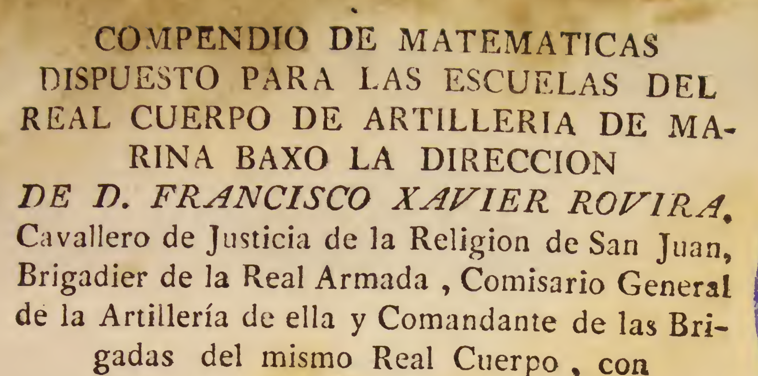




COMPENDIO DE MATEMATICAS DISPUESTO PARA LAS ESCUELAS DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA DE MARINA BAXO LA DIRECCION

DE D. FRANCISCO XAVIER ROVIRA,
Cavallero de Justicia de la Religion de San Juan, Brigadier de la Real Armada, Comisario General de la Artillería de ella y Comandante de las Brigadas del mismo Real Cuerpo, con exercicio de Ynspector.

TOMO SEXTO
QUE COMPRENDE LA PIROTECNIA, FORTIFICACION Y MINAS.

...RESO CO...
En la Imprenta... ...ros
C...
Añ...

LICENCIA DE SU MAGESTAD.

EL Rey concede à V. S. el permiso que solicita en carta de primero del corriente para que se imprima el sexto y último tomo del compendio de Matemáticas formado por V. S. para la instruccion de la tropa del Real Cuerpo de Artillería de Marina, que trata de la pirotecnia, fortificacion y minas: y de órden de S. M. lo noticio à V. S. para su inteligencia, devolviéndole para el mismo fin el manuscrito del expresado tomo. Dios guarde á V. S. muchos años. Madrid 15 de Febrero de 1791.

Valdés.

IM ·

S. D. Francisco Xavier Rovira.

PROLOGO.

Sin embargo de que segun el plan de esta obra solo correspondian al sexto tomo la fortificacion y minas, le hemos agregado la pirotecnia aunque tiene menos conexîon con estas facultades que con la bombardería comprendida en el V. tomo, por el motivo que se expresa en su prólogo, insertando en este tomo las partes 7ª, 8ª. y 9ª. que completan el plan que se detalla en la introduccion del primero

Ya hemos visto en el IV. y V. el modo de hacer la guerra con las bocas de fuego. En el presente manifestarémos otros dos mas terribles y ruinosos quales son el de los artificios de fuego en el mar, y el de las minas en tierra.

El primero se contiene en la parte del arte tormentaria que llamamos pirotecnia, y el último en la guerra subterrànea ó ciencia de las minas y contraminas.

Entre las varias partes en que se divide el arte tormentaria ninguna es mas horrible en sus efectos que la pirotecnia ó ciencia de los artificios de fuego quando estos se aplican á la guerra en el mar, por que siendo sus efectos el incendio de los buques, no queda otro efugio ni recurso para salvar las vidas, que buscar algun asilo entre las ondas quando las circunstancias lo proporcionan.

Por

Por fortuna hasta el presente son raros los casos en que se hace la guerra por medio de la pirotecnia, por que los brulotes de que por lo regular van surtidas las esquadras, deben vencer muchos obstáculos para operar con suceso, siendo por tanto muy raras las ocasiones en que se haya intentado su uso, y aun mas aquellas en que se ha logrado el intento. No se verificarà lo mismo si se hiciese general el uso de otros artificios de fuego proporcionados para dispararse con los cañones, de cuyos ruinosos efectos tenemos un lastimoso exemplar en la última guerra: y si se adoptase este inhumano modo de hacerla en el mar, *Marco*, *Schuartz*, los Arabes de Africa, los de España ó los Chinos, quien quiera que sea el inventor de la pólvora, perderia la gloria de haber contribuido à la conservacion del genero humano con su invencion, hallándose hasta aora decidida á su favor esta qüestion.

Aunque en atencion á los estragos que causa la pirotecnia fuera de desear, que todas las naciones cultas echasen en olvido sus inventos, y remitiesen al cañon la decision de los combates navales, siendo lícita y aun debida la precaucion de tener armas iguales capaces de ofender al enemigo en igual forma que este lo practique, hemos comprendido en la séptima parte del compendio y primera de este tomo, la ciencia

cia

cia de los artificios de fuego aplicada á la guerra, dividida la materia en nueve capítulos.

En ellos tratamos de las espoletas y sofiones con distincion de los que se aplican para dar fuego á las piezas de artillería, y los que se introducen en las bombas y granadas con el fin de facilitar los incendios, auxîliando en esta parte la pirotecnia à la bombarderìa para acrecentar sus estragos, en tanto grado, que por este medio se asegura el incendio de las plazas que se bombardean, creciendo notablemente los daños que ocasiona esta forma de ataques.

Tambien tratamos de las varias especies de estopines asì los aplicados en equivalencia de cebo, como los destinados á la comunicacion del fuego à las bombas y granadas por la misma carga de las piezas, y á la propagacion de los fuegos en un brulote.

Ygualmente explicamos la preparacion de las balas incendiarias y balas roxas, y el uso fácil de unas y otras á bordo, sin embargo de las muchas dificultades que à primera vista presentan las últimas, mayormente tratándose de que su preparacion por medio de fraguas ha de hacerse en la bodega de los buques; pero se toman tantas y tales precauciones, que alejando los riesgos de su materia, se evidencia y esta acreditado por la experiencia no solo la posibilidad de prepararlas ábordo, sino tambien de conservarlas

lar-

largo tiempo antes de servirse de ellas, y mantenerlas en el cañon sin dispararlo hasta el tiempo oportuno.

Aunque los cohetes en su primitivo uso solo se aplicaron á fuegos de regocijo, empleándose en el dia para señales en tierra y con mas freqüencia en las esquadras, comprendemos la fábrica de los cohetes de luces de cuya única especie son los que usamos en la marina: y estando á cargo del Cuerpo de Artillería su apresto, como igualmente la operacion de dispararlos àbordo, no solo damos el por menor de su preparacion, sino tambien las consideraciones que han de tenerse en la eleccion de las rabizas, direccion y forma en que han de dispararse á bordo para evitar los riesgos que pudiera ocasionar su uso sin conocimiento.

Siendo la camisa de fuego un artificio que no solo se emplea en los brulotes para acrecentar su fuego, sino tambien para aplicarlo al enemigo y al propio buque en varios casos, detallamos la construccion de este artificio y el modo de aplicarlo segun la diversidad de los casos, con las precauciones convenientes para su logro y seguridad de los que las incendien.

Habiendo tratado de las granadas de mano en el tomo V. en quanto á sus dimensiones, añadimos en este su preparacion y uso que es arrojorlas à los buques enemigos en los arramba-

bages: y como los frascos de fuego tienen la misma aplicacion, explicamos igualmente el modo de su preparacion y servicio; pero en atencion á ser remotos los casos en que pueden arrojarse á mano las granadas, explicamos su preparacion para dispararlas con los obuses, últimamente adoptados á este fin.

Siendo los brulotes la máquina incendiaria mas compuesta de quantas comprende la pirotecnia, y conduciendo á su mejor efecto la preparacion del buque y las precauciones convenientes para que sea menos incierto el exíto de la arriesgada operacion de inflamarlo y dirigirlo con acierto, explicamos las circunstancias constitutivas de estos buques, quales son la disposicion de sus portas con las visagras en la parte inferior, la situacion de las puertas de huida, la colocacion de los arpeos y rezones y la formacion de las canales y demas partes que contiene la caxa de los fuegos: de estos nombramos los que entran en el apresto de un brulote segun nuestro sistema, y como asì en este punto como en el repartimiento de los mismos fuegos, preparacion externa del buque, formacion de las canales y otros puntos, diferímos de la práctica antigua, procuramos manifestar las razones en que nos fundamos para ello: y por quanto algunos deben tener por esenciales los artificios de fuego que omitimos, damos tambien

su

su explicacion, y lo mismo hacemos con la carcaza, sin embargo de ser artificio usado solamente en tierra para iluminar por la noche la campaña con el fin de descubrir los trabajos del enemigo, á prevencion de algun caso en que es posible se cometa su preparacion al cuerpo de artillerìa.

Sin embargo de lo sucinto de esta 7ª. parte del compendio de matemáticas, se comprende en ella quanto es necesario para disponer los artificios de fuego pertenecientes á la guerra en el mar hasta el punto y aun mas alla de lo que está en uso en las demas potencias.

Con semejante concision y objeto de que no falte á los Oficiales de artillerìa de marina é individuos de la tropa, el preciso conocimiento de la fortificacion y minas en quanto baste para desempeñar los cargos subalternos de estos rámos que en alguna ocasion se les cometan, comprendemos en la 8ª. parte del compendio de matemáticas inserta en este tomo, la explicacíon de las principales partes de la fortificacion inclusas en el recinto de una plaza, con las observaciones y máxîmas esenciales y accesorias mas convenientes para su respectiva situacion, á fin de sacar las mayores ventajas posibles.

Sentados estos principios procedemos á dar las reglas para la delineacion de las obras interiores y exteriores de una plaza, con varias

reflexîones relativas á las ventajas que tienen segun los diversos sistemas. Y en iguales términos damos la delineacion de las obras accidentales que se construyen fuera de la explanada, expresando quales deben preferirse segun la situacion de las interiores y exteriores que se hayan adoptado para la fortificacion de la plaza.

Despues de explicado quanto concierne á su recinto y obras interiores, exteriores y accidentales, explicamos la forma y situacion de las ciudadelas, con presencia del objeto con que se construyen estas pequeñas plazas, contiguas á las principales, sobre cuyo principio hacemos las consideraciones que deben tenerse presentes para su delineacion.

Como en la fortificacion de los planos sobre el papel no se hacen patentes los obstáculos que presenta el terreno para trasladar á él la figura regular delineada, se da el método de vencer estos impedimentos, sustituyendo à la medida de los lados la formacion de los ángulos desde el que se considera centro de la figura, ó bien del que se elija por extremo de alguno de sus lados, por cuyo medio aunque no pueda medirse sobre el terreno la distancia de uno à otro extremo de los lados, la geometrìa demuestra que entre los piquetes colocados para fixar estos puntos hay la distancia correspondiente á cada lado de la figura que se pretende trazar.

Sien-

Siendo referente á la fortificacion regular quanto se conprende en los siete primeros capítulos, y variando tanto sus reglas quando el terreno donde conviene edificar la plaza, no permite que sea una figura regular su recinto, damos en el 8°. las consideraciones que deben tenerse presentes y reglas sobre que deberá hacerse la eleccion de las varias partes para sacar las mayores ventajas que permita la irregularidad de la figura, contrayendo esta doctrina al caso de fortificar un terreno ciñéndose á su antiguo recinto de figura irregular, con algunas reflexîones sobre las diversas obras con que puede fortificarse para lograr el fin de su mas ventajosa defensa.

En quanto á la fortificacion de las plazas marítimas solo damos aquellas màxîmas generales que deben tenerse presentes, con las quales y lo ya dicho sobre la fortificacion regular é irregular, será fácil venir en conocimiento de las obras que es conveniente edificar para la defensa, atendida la diversa configuracion de los puertos, posicion de los puntos elevados y demas medios que proporcionen impedir á los buques enemigos su enrrada.

Y para que nada quede por decir añadimos finalmente la noticia de las varias fortificaciones pasageras que se emplean en campaña para cubrir las líneas, defender las cabezas de los

¶2 puen-

puentes &c. explicando el modo de trazarlas segun la diversidad de sus figuras con indicacion de las mas ventajosas y nulidades de las que lo son menos.

Como en el Real Cuerpo de Artillerìa de Marina es accesorio el estudio de la fortificacion, para no omitir cosa esencial ni caer en la impropiedad de dar este tratado con la ampliacion necesaria á los Yngenieros de profesion, á cuyo cargo se halla la direccion de las obras de fortificacion, siguiendo la acertada eleccion del *Exmo. Sr. Conde de O-Reylli* quando propuso y se adoptó por S. M. que los alumnos del Colegio que se estableció en Ocaña para la juventud militar, estudiasen la fortificacion por la traduccion de *Mr. LeBlond* que se hizo por direccion de S. E., nos hemos valido de esta misma obra, tomando de ella lo preciso para llenar las ideas que nos hemos propuesto en la formacion de este compendio.

Semejante rumbo hemos seguido para dar al cuerpo de artillerìa de marina los conocimientos de las minas y contraminas suficientes no solo para comprender su construccion, si no tambien para dirijirlas en caso preciso. Para esto nos hemos valido en la mayor parte del tratado de la guerra subterránea dispuesto por el Mariscal de Campo *D. Raymundo Sans*, con algunas reflexíones que hemos tomado de otros au-

autores, compendiando aquel escrito en tanto grado quanto lo indica el cotejo de uno y otro volúmen, sin que por esto se haya omitido cosa esencial al objeto de esta última parte del compendio de matemáticas.

En ella damos primeramente la explicacion de las minas con el cálculo de las cantidades de pólvora necesarias para cargar los hornillos segun la diversidad de los terrenos que han de remover para hacer su efecto, y magnitud de la línea de menor resistencia, sobre cuyo particular hacemos patente la necesidad de atender con distincion al peso sobrepuesto á la mina y á la tenacidad del sòlido que se pretende volar, sin cuyo duplicado cálculo es consiguiente que se acreciente con exceso la carga quando la masa que se pretende levantar ó línea de su menor resistencia es mayor que la elegida como principio práctico para deducir las demas cargas.

Haciendo reflexíon á que el buen exíto de una mina pende de la eleccion del parage en que ha de principiarse, de su direccion, colocacion de los hornillos à competente distancia y precauciones necesarias para darles fuego, expresamos las máxîmas y reglas que deben guardarse para conseguir el acierto, y evitar que sea inútil el efecto de la mina ó acaso perjudicial á los sitiadores.

Presupuestos estos principios explicamos el

mo-

modo práctico de conducirse en la construccion de las galerìas, ramales y hornillos, y las precauciones que conviene guardar en este trabajo segun la naturaleza de los terrenos para evitar las desgracias que puede originar la falta de este conocimiento. Tambien damos el modo de continuar el trabajo quando por encontrar peñascos no puede seguirse la galería ó ramal por la direccion trazada, cuya operacion es de la mayor importancia que se haga con toda exâctitud.

Con igual individualidad explicamos el modo de cargar los hornillos, colocar la salchicha que sirve para dar fuego y atacar la mina macizando la extension de los ramales ó galería necesaria para tener una resistencia excedente al esfuerzo de la pólvora hacia esta parte, con las demas precauciones y reflexîones de los tiempos que debe tardar cada salchicha para que se haga en uno mismo ó en instantes succesivos la inflamacion de varios hornillos segun convenga.

Tambien damos noticia de las minas pasageras ó de campaña explicando el modo de su construccion y servicio: y como parte accesoria à esta facultad, explicamos el modo de dar barrenos en las rocas descubiertas y las que están debajo del agua, cuya última operacion puede ser conducente en varios casos para quitar obstáculos á la entrada de los puertos.

Siendo las contraminas una parte principal de

de la defensa de las plazas y construyéndose por lo regular de firme al mismo tiempo que el resto de la fortificacion, explicamos quanto concierne á esta parte de la guerra subterránea, dando noticia de los parages donde conviene principiar las galerías, su direccion y la de los ramales que salen de esta, como igualmente las que se forman debaxo de la explanada con tres distintos órdenes de hornillos mas y menos profundos, finalizando con la explicacion de las operaciones que se practican para disputar al enemigo el terreno, inutilizando las baterías al paso que las aproxîma á la plaza, y lo que se executa quando dueño de todas las obras exteriores y del foso ya no queda otro recurso que volar todos los hornillos y fogatas de las contraminas.

TABLA

DE LAS MATERIAS QUE SE CONTIENEN en este tomo.

PARTE VII.

PAR-

PARTE VIII.

QUE TRATA DE LA FORTIFICACION Militar.

Pàginas.

CA-

Páginas.

Páginas.

PARTE IX.

COMPENDIO DE MATEMATICAS PARA LAS ESCUELAS DEL REAL CUERPO DE ARTILLERIA DE MARINA.

PARTE SEPTIMA.

QUE TRATA DE LOS ARTIFICIOS DE fuego, sus ingredientes, elavoracion y aplicacion.

1 YA se dixo al principio del IV. tomo que se llama Pirotecnia la ciencia de los fuegos artificiales, bélicos y de regocixo. De estos últimos se hacia freqüente uso en los tiempos antiguos para celebridad de las victorias, y como se preparaban baxo la direccion de los facultativos de esta profesion, no se han desdeñado muchos Autores clásicos de artillería, de insertar en sus tratados la fábrica de estos fuegos dirigidos á la recreacion del público; pero no estando ya en práctica semejante modo de manifestar el contento por tales demostraciones, omitirémos tratar de la Pirotecnia aplicada á este objeto, ciñéndonos á los fuegos de guerra

que estan en uso : y aunque tambien comprenderémos algunos, que á buenas luces se oponen al derecho de la humanidad, por dirigirse á su total exterminio y con mas visos de cobardia que de ingenio, esto será fundados en la ley de que es lícito repeler la fuerza con la fuerza, y por tanto convendrá que demos noticia de ellos: de esta especie son las balas que llamarémos incendiarias, las balas roxas y los brulotes.

CAPITULO I.

DEL MIXTO DE ESPOLETAS Y SOfiones y modo como se cargan.

2 EL barreno de las espoletas se llena con un mixto compuesto de pólvora, salitre y azufre, cuyos materiales despues de asoleados, se muelen y pasan por tamiz cubierto, cada uno de porsí : luego se incorporan todos tres, tomando de cada simple la dosis correspondiente, y pasando el compuesto segunda vez por tamiz, queda preparado para cargar las espoletas.

3 Varias son las recetas para la formacion de este mixto, alterándose en ellas la dosis de los ingredientes, segun ha dictado la experiencia á cada facultativo ; pero como la calidad de los simples exîge en su combinacion dosis distinta para unos mismos efectos, se hace in-

dis-

dispensable que el sugeto destinado á esta operacion, haga varios ensayos despues de preparados los simples, y ellos mismos le harán conocer qual sea su mas conveniente mezcla. Sin embargo para que en estas pueda tenerse algun principio ó guia, añadirémos tres recetas de las que se siguen, colocadas segun el órden en que por propias experiencias las estimamos preferentes.

1ª *Receta.*		2ª *Receta.*	
Pólvora asoleada y tamizada. . .	5 partes.	Pólvora asoleada y tamizada...	5 partes
Salitre purificado	$1\frac{1}{2}$	Salitre purificado..	2
Flor de azufre...	1	Flor de azufre.....	1

3ª *Receta.*	
Pólvora asoleada y tamizada.	4 partes.
Salitre purificado.	$2\frac{1}{2}$.
Flor de azufre.	$\frac{3}{4}$

4 Para cargar las espoletas se colocan en un cepo de madera, de modo que queden sugetas, y despues se les introduce el mixto á cortas pero iguales porciones, que podrán ser las que quepan en unas pequeñas cucharas de que se hace uso para el intento: cada una de estas tongas de mixto se comprime con una baquetilla de

 bron-

bronce adaptada al barreno de la espoleta, y en su cabeza que es de mayor diámetro, se dan con una maceta de madera un cierto número de golpes, cuya igualdad en número y fuerza ha de procurarse mucho, para que siendo uniforme la densidad con que quede el mixto, sea tambien igual la porcion que de él se consuma en tiempos iguales. Para esta operacion deben tenerse dos baquetas, una tan larga como la espoleta y otra igual á su mitad, sirviéndose de la segunda para llenar la mitad superior de la espoleta; pero debe advertirse que no han de sacarse una ni otra mientras se ataca el mixto, mas de lo preciso para que este quede debaxo de la baqueta. Sobre el extremo superior del gusanillo que forma el mixto, cruzan por dos barrenos los estopines, cuyos extremos doblando sobre el receptáculo, quedan introducidos en él, como se indica en el tomo 5° § 256 en cuya forma se coefan las espoletas, cubriendo su cabeza con un doble papel grueso ó pergamino delgado atado por su garganta: lo mismo se egecuta en el otro extremo y en esta forma se mantienen hasta el caso de operar.

5 Los cepos en que se cargan las espoletas son de dos especies: uno de ellos figuras 1ª y 4ª se reduce á un trozo de madera de 14 pulgadas de altura, dividido á lo largo por mitad. En los frentes que resultan de esta seccion, tie-

nen

nen un cierto número de rebaxos E que profundizan hasta 7 ú 8 pulgadas, en figura de un semicono truncado de dimensiones adaptadas á la parte de la espoleta que ha de ajustarse en ellos, apoyando sobre el fondo de estos rebaxos, que forman un cono truncado quando se unen las dos mitades del cepo. Estas se sugetan por medio de 3 ó 4 pernos de rosca en su extremo F, que las atraviesan despues de unidas y los comprimen por medio de tuercas. Los conos huecos del cepo conviene que tengan entre sì alguna pequeña diferencia en sus dimensiones, por que suelen tenerla tambien las espoletas y de este modo se coloca en cada uno la que mejor se adapta, para que queden ajustadas como conviene, á cuyo efecto se aumenta con estopa el grueso de las mas delgadas.

6 En los intermedios de los huecos para las espoletas grandes se hacen otros menores G para las espoletas de las granadas, adaptados á sus dimensiones: y para que el mixto no caiga por la union del cepo al cargar unas y otras, se pondrán en lo inferior de los conos unas chapas circulares de cobre H sobre las quales insista el extremo menor de la espoleta, haciendo los correspondientes rebaxos en la madera proporcionados á estas rosetas.

7 Hay otra especie de cepos fig. 2 en los quales quedan las espoletas sin movimiento pero

siñ

sin compresion, sirviendo solo para cargar una espoleta. De estas dos especies la primera tiene la ventaja de comprimirlas, alexando por este medio el riesgo de que se abran al atacarlas, como sucede freqüentemente quando nada las comprime; pero si por un acaso posible y verificado muchas veces, se prende fuego á una espoleta, arden todas y puede este incidente ocasionar desgracias, por las muchas materias combustibles que por lo general se encierran en los laboratorios de mixtos. La segunda especie está expuesta al primer inconveniente por carecer las espoletas de compresion; pero queda libre del segundo, pues trabajando cada operario de porsí y siendo manejable su cepo, puede fácilmente llevarlo, aunque arda la espoleta, á parage donde no tenga conseqüencias, siendo prevencion conveniente que si el tiempo y la situacion lo permiten, se debe hacer esta operacion al descubierto y con proporcionada separacion de uno á otro de estos cepos portátiles.

8 El mixto con que se cargan las espoletas de granadas, es el mismo que el de las espoletas de bomba, y tambien el método de practicar esta operacion. Y serà bien advertir que en quanto á la magnitud del barreno, debe ser la mayor que permita el grueso de la espoleta, por que la duracion del mixto es la misma ya sea aquel grande ó chico, y el fuego será en mayor

can-

cantidad quanto mayor sea el barreno. La razon es porque el fuego se va comunicando de unas á otras tongas ó lamas de mixto, cuya superficie corresponde á otra igual que tiene debaxo de si, resultando que la duracion del fuego ha de ser en razon de la altura y no de la base, por consiguiente si dos espoletas iguales en longitud, difieren en la magnitud del barreno, se consumirá el mixto de entrambas en un mismo tiempo, si aquel fuere de la misma especie y estan cargadas en igual forma. Para la confirmacion de este aserto hemos practicado varias experiencias.

9 La prueva de las espoletas cargadas se reduce á observar la claridad de la llama, notando si esta tarda en extinguirse el tiempo asignado para su duracion. Estos espacios segun la regla general de los prácticos, son de un tiempo indeterminado, pues los numeran por la accion de la mano del bombardero llevada desde el vientre á la cartera de la casaca, de cuyos movimientos suponen que han de contarse 84 mientras arda la espoleta, para las bombas disparadas con morteros de placa; pero este método no estando sugeto á una duracion de tiempo conocido, queda expuesto á mucha variedad, por lo que hallamos mas conveniente determinar su duracion por segundos, pues de este modo al cargarlas, que por lo regular se prac-

tica

tica con anticipacion en los Departamentos, pueden tenerse comprovadas y arregladas con un relox de segundos, al número de los que se tengan por conveniente.

10 En defecto de relox podrá disponerse un péndulo con una bala de fusil ó mosquete, en la qual haciendo una incision se afirmará una hebra de seda, y hecha una hendidura en un trozo de caña ó madera, se afirmará por el otro extremo para que en las oscilaciones no disminuya la longitud del aplomo, que debe ser de 43 pulgadas y 10 líneas de castilla, desde el punto de suspension hasta el centro de la bala, procurando que esta no se desvie del plano vertical mas de dos pulgadas, para que los arcos de círculo que describa, se confundan con los de la cicloyde, por ser esta la sola curva en que los cuerpos corren espacios desiguales en tiempos iguales.

11 Nuestro parecer es que las espoletas para los morteros de mar deben durar de 36 á 38 segundos, de los quales $29\frac{2}{3}$ pueden considerarse por los que necesita la bomba para describir su trayectoria, segun la experiencia citada en el tomo V. pág. 339, y los restantes para tomar de ellos los que convenga segun el tiempo en que debe rebentar, lo que se entiende en el caso de que se de fuego á la espoleta antes que al mortero, pues si la carga de este ha de

co-

comunicarlo á la espoleta se tendrá presente lo dicho tomo 5° § 305 para disminuir ó no la longitud de la espoleta segun convenga. La duracion del mixto para las granadas de mano podrà ser de 9 á 10 segundos.

12 Los $29\frac{2}{3}$ segundos asignados á la duracion del curso de las bombas, resultan del supuesto de ser su alcance medio efectivo 1670 toesas que tuvieron varios morteros de los últimamente fundidos para la marina, como se dixo en el tomo 5° pag. 338, bien que habiéndose tenido este alcance desde tierra y mostrado tambien otra experiencia, que disparados desde las bombardas disminuye ciento ó mas toesas, podrán considerarse $28\frac{2}{3}$ segundos por la duracion del mixto que consuma en su curso la espoleta de la bomba que se dispare desde una bombarda.

CAPITULO II.

DE LOS SOFIONES.

13 LOs sofiones tienen dos aplicaciones aunque su especie es una misma. Estos se forman sobre cilindros de papel grueso con varias bueltas y se cargan en los rebaxos que al intento tiene el primero de los mencionados cepos, en un modo semejante al explicado para las espo-

letas, usando de baquetas de bronce proporcionadas á su diámetro, que variará segun el objeto á que se aplique el sofion. De estos se construyen unos de la longitud de 12 á 15 pulgadas y sirven para dar fuego á los morteros y á los cañones de batallon; mas podrá omitirse su uso en los morteros de mar si estos se cargan con taco de madera para que tome fuego la espoleta de la carga, pues la principal causa para usarlos era la seguridad de que no faltase el tiro ó se retardase demasiado, como era factible por defecto de los morrones. La otra aplicacion de los sofiones es para introducirlos en las bombas y granadas, á cuyo efecto tendrán los primeros de longitud de tres á quatro pulgadas, y de diámetro una y quatro lìneas. Los que se introduzcan en granadas de mano para dispararlas con los obuses, tendràn de largo una pulgada, y de diàmetro siete lìneas: estos sofiones se forman del modo siguiente.

14 En primer lugar se preparan los cilindros huecos de papel de marca ordinario, formándolos con dos bueltas pegadas con almidon sobre cilindros de madera de $7\frac{1}{2}$ líneas de diámetro. Uno de sus extremos se cierra doblando el papel sobre el del cilindro, al modo que los cartuchos de fusil, y se pegan con almidon. Despues de secos se colocan en los barrenos que

tie-



tienen los cepos al intento , y se llenan como las espoletas con baquetas de bronce de 7 líneas de diámetro , con la diferencia de que este mixto se compone de 4 partes de salitre, dos de azufre , una de pólvora y media de resina , procurando que quede bien atacado para su mayor duracion : y para que se comunique el fuego de la pólvora al sofion, quando resta media pulgada por llenar , se introduce un estopin de dos ó tres hebras de algodon , preparado en la forma que se dirá mas adelante, el qual queda sugeto con el mixto , sobresaliendo del sofion dos ó tres pulgadas. Preparada en esta forma el alma del sofion , se reviste con varias capas de estopa por toda su periferia, dexando fuera el estopin hasta ganar el diámetro que ha de tener el sofion , hecha consideracion de que el betun en que se han de infundir quando se halle bien caliente , ocupa mas de una línea en su circunferencia. Este betun se compone de 11 partes de brea rubia , $5\frac{1}{2}$ de resina , 2 de pólvora y una moderada cantidad de agua ras , despues de lo qual se polvorizan ó rebuelven entre mixto de dos partes de pólvora y una de azufre tamizados : últimamente se cubre el estopin con un papel ordinario y se secan los sofiones á la sombra , con lo que se hallan en aptitud para su uso.

El alma del sofion para las granadas tendrá de diámetro $3\frac{1}{2}$ líneas, quedando las restantes hasta 7 para la estopa y betun, siendo en lo demas su preparacion la misma que para los sofiones de bomba, con la advertencia de fixar el estopin á 3 lìneas de su extremo.

15 Este artificio de fuego es de mucha utilidad, porque inflamàndose con la carga de la bomba, permanece su llama largo tiempo, en el qual puede producir incendio en qualquiera materia á que se pegue susceptible de inflamacion.

CAPITULO III.

DE LAS BALAS INCENDIARIAS y balas roxas.

16 AUnque tanto las balas que llamamos incendiarias como las roxas tienen un mismo objeto, distinguimos unas de otras por la forma de su preparacion: aquellas deben su primera invencion á los Yngleses; pero son inútiles segun la disposicion del proyecto, y muy del caso en la forma que las preparamos en España. Redúcese el proyecto en su orìgen á fundir las balas con dos barrenos diametrales que forman una cruz, segun representa la fig. 3.

Es-

Estos barrenos se llenan con mixto de espoletas atacado con baquetas de bronce en la forma que aquellas : así dispuestas se cubren con un forro de lienzo ajustado , con lo qual están en aptitud de servir.

17 Para su uso se introducen en el cañon despues del cartucho de pólvora como otra bala qualquiera , sobre la qual se pone un taco en la forma ordinaria : su objeto segun la mente del inventor, era que prendiendo el mixto fuego de la carga , llevase la bala consigo quatro sofiones encendidos , cuyos efectos nocivos al enemigo se dejan bien comprender ; pero siendo tan violento el impulso de la llama contra las bases de los cilindros del mixto que forman los taladros , debian ser arrojados por la parte opuesta desde el momento del disparo, y en efecto practicadas varias experiencias con balas cargadas en esta forma , se vieron salir y caminar sin fuego , apareciendo algunas veces ardiendo en el ayre cerca de la boca del cañon. Estas balas quando sus taladros no penetran de parte á parte, segun se representa en la fig. 7 y se cargan bien atacadas con mixto de espoletas , conservan su fuego activo por 16 segundos en una bala del calibre de á 24 y proporcionalmente en los mayores y menores que este , tiempo suficiente para que si queda detenida cerca de materia apta para la infla-

flamacion la produzca, y aun basta el momento de su tránsito para incendiar la pólvora y artificios. El menor calibre de estas balas será el de á 12, y el diámetro de sus barrenos será de 2 partes para todos calibres. Su profundidad en la parte mas distante del centro de la bala, serà tres partes menos que la cuerda de la misma tomada en esta parte.

18 La principal aplicacion de estas balas debe ser para dispararlas contra los brulotes que despues de preparados sus fuegos se dirigen para ofender, de cuyo efecto tenemos la experiencia practicada con un cañon de á 16 disparado á un cajon formado con dos paredes de tablones, y cuyo hueco se hallaba lleno de las mismas faginas y bruscas con que se preparan los brulotes: y en el solo tiempo momentaneo de atravesarlo la bala, se inflamó el mixto y ardió el todo. La carga de este cañon era de 4 libras, y estaba á distancia de 50 toesas, lo que asegura mas su buen efecto, pues á tan corta distancia no es dudable que la bala corria con su mayor velocidad, y por consiguiente se logrará con mayor razon el intento, disparadas contra los brulotes á la distancia á que puedan acertarse los tiros, pues si se logra que alguna bala dé en la caxa de los fuegos, arderán estos desde luego y quedará frustrada la intencion del enemigo.

19 Llámanse balas roxas á las balas comunes caldeadas hasta que el fuego las penetra enteramente, y como quando llegan á tal estado están roxas, de aquì procede su denominacion.

20 El orígen de este artificio viene de la mas remota antigüedad, respecto á que antes del conocimiento de la pólvora se disparaban con las máquinas de tiro, saetas y trozos de hierro roxos; pero su uso disparadas con el cañon no pasa de la mitad del siglo 17, pues lo desconoció *Diego Ufano* como se acredita por una de sus qüestiones cap. 17 del libro 3° en que se propone la duda de si será dable que una bala de cañon pueda inflamar un barril de pólvora y resuelve por la negatiba. Tampoco las conoció *Malthus* ni el Autor de los trabaxos de Marte que escribieron despues de *Ufano*; pero *Casimiro Sieminouski* en su grande Arte de Artillería pag. 315 impreso el año de 1650, explica el modo de cargar y disparar la bala roxa, en los mismos términos que hoy se practica, y aunque pretende que *Diego Ufano* y *Manuel Van-Meteren* conocian este artificio de fuego, no se infiere así del contexto de sus obras, pues no atribuyen á la bala sino á las chispas producidas por su choque contra algun hierro, el incendio de un depósito de pólvo-

vora , de resultas de haberse introducido en él una bala , no cabiendo que recurrieran á dicha causa si tuviesen conocimiento de las balas roxas. Sin embargo de que *Casimiro* describe completamente su uso , parece que no era general hasta el año de 1688 , pues solo se citan dos exemplares en el tiempo intermedio , uno en el año de 1653 en el sitio de Brema y otro en el de Stralsuld el de 1675 , y aunque se atribuye la invencion en el primer sitio à *Mr. Wueler* General de Artillería al servicio del Elector de Brandembourg , y en el segundo al mismo Elector , no queda duda en que se conocia el uso de estas balas en el de 1650 en que escribió *Casimiro.*

21 El calibre de estas balas no excedia del de á 12 hasta estos últimos tiempos ; pero en el dia se disparan tambien las de gruesos calibres , empleándose desde tierra este artificio contra trincheras , edificios , almacenes y buques , sin que hasta el presente se hayan disparado de buque á buque , aunque es posible, como dirémos despues , prepararlas y dispararlas abordo como otra bala qualquiera. Para su preparacion tiene el exército fraguas al intento , las quales no requieren las precauciones que las de marina , por no haber en tierra los riesgos de incendio que abordo.

22 Esta fragua se compone de dos cuer-

pos:

pos: el primero se forma de ladrillos y mezcla sobre una armazon de hierro enparrillado su fondo, y el segundo de oja de hierro. La figura 9 representa el plano de la fragua con la parrilla del fogon en que se coloca el carbon y las balas, y la balaustrada de hierro forrada de oja ó plancha, que sirve para sugecion del segundo cuerpo: debaxo de la parrilla queda un bacio para recoger las cenizas, que se extraen por una abertura que tiene el primer cuerpo en uno de los quatro lados, segun se representa en la figura 10 que manifiesta el mismo primer cuerpo de la fragua, cortado verticalmente por la mitad del lado de la puerta del cenicero. Tambien aparece la tobera por donde se introduce el viento en el fogon, y la balaustrada cubierta de oja que debe entrar en el segundo cuerpo. La figura 11 representa el mismo primer cuerpo indicada en èl la direccion de la tobera, como igualmente el segundo cuerpo sobre puesto al primero, manifestándose en él la puerta de hierro que cubre la abertura hecha en el mismo, por donde se introducen y extraen las balas. Tambien se manifiesta otra semejante puerta para el cenicero, representada en este frente por no multiplicar las figuras aunque debe hallarse en el opuesto al de los fuelles. Este segundo cuerpo forma en la parte superior una bóveda semicircular quedan-

do planos dos de sus lados, en cada uno de los quales tiene una chimenea cilìndrica orizontal, con dos rallos de agugeros pequeños, uno en su extremo y otro en su arranque, como se representa en la figura 12 la qual manifiesta la vista de los dos cuerpos y los fuelles de plano. Estos tienen uno de sus lados firme y el otro gira sobre un exe afirmado en su base. En cada uno de los ángulos del primero y segundo cuerpo, tiene una argolla ó asa para su mas fácil conduccion. El sitio de su colocacion deberá ser en la bodega, macizando con zahorra el parage dònde se situe, hasta un pie mas arriba de las quadernas.

23 Dispuesta la fragua con las precauciones que comprende la anterior explicacion, puede hacerse uso de ella abordo sin el menor riesgo: sin embargo será conveniente tener en la misma bodega tinas con agua, lampazos y una bomba de incendio. Con inmediacion á la fragua se tendrá una caxa de hierro fig. 13 lam. 2ª donde se irán depositando entre ceniza las balas al paso que se van poniendo roxas, en cuya forma pueden mantener su fuego para servirse de ellas dos ó tres horas despues de caldeadas. Su extraccion se hace por medio de la mordaza figura 14 sirviendo el borde superior de la balaustrada de hierro para apoyo de la mordaza sin que padezca la oja, cuidando

de

de que pase un corto espacio despues que cese la accion de los fuelles para abrir la puerta de la fragua, á fin de que se hallen extinguidas las chispas que haya producido el carbon, bien que usándose del de piedra preparado, ó en su defecto del de brezo, está mas remoto este riesgo, por que de estos carbones, el primero no arroja chispas y el segundo las despide en menor cantidad que otros.

24 Preparadas así las balas y llegado el caso de servirse de ellas, se toman con la misma mordaza y se introducen en una cuchara de cobre con mango corto fig. 15 para lo qual se presentará esta apoyada en el borde de la caxa. Luego se sobrepone á la cuchara una funda de hierro fig. 16 en cuyo extremo inferior está cortada una muesca á semejanza del cubo de las bayonetas, para introducirla por el arranque de un gancho clavado en el zoquete de la cuchara, el qual sirve tambien para su manejo. En la parte superior tiene una asa, que sirve para engancharla y subirla con un cabo pasado por un moton, hecho firme en la parte superior de la cubierta de la batería donde deba recibirse. Sirve esta asa tambien para darle buelta quando se pone y se quita. La cuchara es á semejanza de las que se emplean para cargar con pólvora suelta, con la diferencia de que su extremo termina en punta re-

donda, mas saliente que las de las cucharas de pólvora, y la manguilla sobresale del zoquete hacia la boca un calibre, teniendo ademas cubierta de hierro la parte del zoquete que debe tocar la bala. Sirve tambien la funda de hierro á precaucion de que si por herida, muerte ù otro incidente, cayere el que la lleva, no ofrezca algun riesgo este caso: sin embargo si ocurriese caerse la bala al tiempo de introducirla en el cañon, se tendrán en la baterìa mordazas de su manejo para reponerla en la cuchara.

25 En todos los tratados donde se explica el servicio de las balas roxas, se encarga que la pieza se apunte antes por elevacion, para que la bala role por si misma hasta quedar sobre el taco de céspedes, forrage ó arcilla que se pone sobre la pólvora, y esto por suponer muy expuesto al cargador si se detubiese á introducir otro taco; pero este recelo se halla desvanecido con la repetida experiencia de haberse mantenido una bala roxa en un cañon hasta enfriarse, sin haber salido el tiro, en cuya atencion puede introducirse segundo taco y apuntarse por elevacion ó abatimiento como convenga, teniendo sin embargo los sirvientes de los espeques, el prudente cuidado que debe exîgir un riesgo aunque tan remoto, y colocándose el que apunta fuera del retroceso.

Con

26 Con el fin de escusar el taco sobre la bala, propuso el Teniente Coronel de Artillería *D. Luis Cervan* en el año pasado de 1783 un método ingenioso, aunque no sin nulidades ni sin exemplo, pues trae otro muy semejante *Casimiro* en su obra citada pag. 318. Se reduce á disparar las balas de á 16 en cañones de á 24, y proporcionalmente en los demas calibres, poniendo la bala en un cilindro de oja de lata y este en otro adaptado al calibre de la pieza, y ocupando el espacio intermedio entre ambos con arcilla, en cuya forma es cierto que no se necesita taco sobre la bala, ni queda riesgo de que el fuego de esta pueda comunicarlo á la carga, si hay en el fondo del mayor cilindro suficiente porcion de arcilla; pero los tiros hechos con bala de tan disminuido calibre no pueden corresponder à la punterìa, por tanto preferimos el método que para el mismo fin propuso el Capitan de Artillería *D. Francisco Ricther*, mejorado con varias alteraciones que han dictado las posteriores experiencias. Explicarémos qual sea, al mismo tiempo que el exercicio de cañon con bala roxa.



27 En primer lugar debe sacarse el cañon de batería hasta tanto que su boca quede tres pies distante del costado, debiendo por consiguiente ser estas piezas cortas, y largos sus bragueros. Luego se abate la culata hasta dejarla

so-

sobre la banqueta y se pasa la lanada segun la práctica general, introduciendo despues el cartucho, en el qual sobre la pólvora se halla colocado un pequeño cilindro de madera, con un rebaxo en su contorno exterior, donde se afirma el cartucho por medio de una ligadura. Sobre el cartucho se introduce un taco de madera, con menor diámetro entre sus cabezas, para revestirlo de filástica embarrada, segun el proyecto de *Ricther*, á que hemos sustituido un forro de zalea con lana corta, la que se humedece con agua antes de introducir el taco, cuya cabeza exterior forramos con una oja de lata. Luego se pasa otra lanada humedecida, la que se saca dando bueltas en el mismo sentido, para que recoja ó humedezca qualquier polvo de la pólvora, que pueda haber dejado el cartucho. Síguese luego la introduccion de la bala en el cañon, cuya operacion toca al primer sirviente de la derecha, quien recibe la cuchara en que se halla introducida la bala, tomándola con la mano derecha por el asta y con la izquierda por el gancho que procede del zoquete, manteniéndola elevada por la parte de la boca, mientras que el que tiene la funda por su asa la revira y saca, dejando libre la cuchara: y asiéndola por uno de sus ganchos con el asa hacia abaxo, la presenta debaxo de la boca del cañon, al mismo tiempo

que

que el primer sirviente de la izquierda toma el otro gancho con la mano derecha , teniendo en la izquierda un taco semejante al primero, para introducirlo inmediatamente que el primer sirviente de la derecha, habiendo introducido en la boca del cañon la punta redonda en que termina la oja de la cuchara , hace pasar la bala al cañon , introduciendo luego la cuchara en su funda para acompañar el taco hasta la bala con el atacador , que se mantiene presentado sobre el batiente de la porta. Este segundo taco tiene tres barrenos que pasan de parte á parte en puntos distintos del centro , para evitar que el fuego de la bala se sofoque por falta de respiracion. Tambien tiene este taco una gasa en el frente exterior, para extraerlo con el sacatrapos si conviene descargar la pieza con la cuchara.

28 Yntroducida la bala y taco en el cañon se levanta de culata , se entra en baterìa y apunta como los demas , respecto á que las precauciones expresadas para cargarlo , alejan todo riesgo de que pueda salir el tiro , por inflamacion de la carga procedente de la bala. La prevencion de presentar la funda de la cuchara debaxo de la boca de la pieza, tiene por objeto recibir la bala en ella si se cayese al pasar de la cuchara al ánima ; pero como es dable que el cargador sea herido en esta accion,

cion, cayéndole de las manos la cuchara y la bala, será un medio seguro de precaber todo riesgo, tener un cajon de madera con moderada altura y tres ó quatro pulgadas de arena, de modo que con él se ocupe el espacio que media entre el costado y la boca del cañon, para que cayendo en él la bala, se recoja con las mordazas y se reponga en la cuchara. Este cajon lo arrastra el primer sirviente de la derecha, hasta dejarlo debaxo de la boca de la pieza, y lo retira á su lugar el primero de la izquierda, luego que está cargado el cañon, á cuyo efecto tendrá unos cabos de proporcionada longitud en los lados de popa y proa.

29 Hemos sido difusos en la explicacion de este artificio, así por la novedad de su aplicacion abordo, como por la importancia de que no se omita circunstancia conducente, al riesgo que á primera vista presenta el manejo de una ascua de fuego entre tanta materia combustible. Debiendo añadir que fabricada una fragua, segun el método expresado en los diseños, con la enmienda de ser cilíndrico el crisol, y hechas nuebas experiencias despues de abierta la lámina relativa á este proyecto, se halló conveniente la enmienda de que fuese de menos altura, suprimiendo el cenicero y consiguientemente la parrilla. Tambien se reconoció necesario para disminuir el calor que despide por

la

la simple oja de hierro que forma el segundo cuerpo y bóveda, que esta sea doble dejando espacio intermedio para ocuparlo con barro. A mas de esto por la dificultad observada de que la puerta se ajuste perfectamente, para impedir el tránsito de alguna chispa, se adoptó formarla doble, siendo la interior de visagras y la exterior de corredera. Tambien se ha aumentado un cañon para unirlo á una de las chimeneas laterales, luego que se halla la fragua en la bodega, dispuesto de modo que el extremo superior salga por la escotilla, con el fin de extraer por este medio el humo y vapor, que incomodaria á los operarios de la fragua, si quedase en la bodega, cuyas prevenciones deben tenerse presentes quando se ofrezca construir estos hornillos.

CAPITULO IV.

DE LOS ESTOPINES.

30 LLámase generalmente estopin, aquel artificio preparado para la mas pronta comunicacion del fuego. De estos unos se forman de hebra y otros de puro mixto. Los estopines de hebra se hacen de algodon, lana ó seda bañada con una gachuela formada de pólvora molida y aguardiente de prueba ó vinagre de

yema , siendo el grueso del estopin y su longitud con proporcion al objeto á que se aplica.

31 Los estopines de puro mixto se forman llenando unos canutos de oja de lata , carrizo ó pluma, con gachuela espesa compuesta de pólvora molida y aguardiente, abriéndoles despues un alma que pase de parte á parte : en uno de sus extremos se afirman con seda dos estopines de una hebra delgada de lana lavada, bien cubierta de la misma gachuela , en que se haya desleido una porcion de goma arábiga , á razon de dos onzas por libra de pólvora , cuyas mechas se ligan tambien fuera del estopin con inmediacion á su cabeza : luego se introduce el extremo opuesto del canuto, en una manguera cónica de pergamino pegada con cola, la que se asegura tambien con seda por su menor abertura, sobre la ligadura de las mechas: siendo prevencion que doblada la manguera y mechas, no deben estas exceder del estopin , y si sobre salir de la manguera quatro ó seis lìneas , sobre cuya parte se circunda una faxa de papel ordinario : así dispuesto el estopin se introduce en el canuto de papel grueso pegado con almidon, cerrado por un extremo y mas corto que el estopin , para que sobresalga su cabeza , poniendo antes en el fondo de este canuto de papel una corta porcion de pólvora mo-

li-

lida. Para su uso solo hay que advertir que despues de introducido en el oido y tendida la manguera hacia la boca del cañon, se vacie sobre las mechas la pólvora molida que se colocó en su funda al tiempo de prepararlos, y en caso de no tenerla se desgrana un poco el extremo de las mechas, para facilitar que tomen fuego de los morrones.

32 Aunque estos estopines pueden hacerse con canutos de pluma, carrizo ò lata, posponemos estos últimos, pues aunque producen el mismo efecto, pueden tener el riesgo de alguna ligera lesion en los sirvientes: y ademas ha manifestado la experiencia que el orin que el hierro cria inutiliza el mixto, bien que este inconveniente quedará precavido en adelante, forrando con lata los caxones en que se embasen: y atendida la dificultad que se ha tocado hasta ahora para hacer acopio de carrizos, cuyos canutos sean de competente diámetro, podrá hacerse eleccion de los de pluma, en que no aparece esta dificultad, y proporciona tenerlos de menor diámetro para los oydos de los obuses de á 4 y 3.

33 Para evitar la proligidad que ocasionaria el cargar cada estopin de porsí, se practica esta operacion introduciéndolos verticales en un cilindro de oja de lata, capaz de 200 ó 300, y el espacio sobrante que será dos

tercios de su altura, se llena hasta la mitad con su gachuela, la qual se oprime á mano con un cilindro de madera ajustado al de lata, continuando hasta que todos estén llenos, y para mayor seguridad se recalca cada uno de por sí con un botadorcillo de hueso, y si no obstante esta diligencia quedasen algunos mal cargados, se comprenden entre los de otra porcion vacios: despues se sacan, se limpian y se abre el ánima á cada uno de por sí con un alambre delgado: finalmente se ponen á secar al sol, despues de lo qual se les pasa segunda vez el alambre, para asegurarse de que estàn claras las almas. Los estopines dispuestos en esta forma son los mas activos, y no requieren que se rompa el cartucho aunque sea de lienzo, para comunicar el fuego á la carga: bien que siendo esta operacion tan breve, nada se pierde en practicarla.

34 Quando los estopines son de hebra. se encierran en canutos de oja ó en pajas largas de centeno, de cuya última especie se usaban antes en la artillería del exército; pero estos exîgen siempre que se rompa antes el cartucho y que se les dé fuego con sofion, porque sobresaliendo poco la mecha, al aplicarle el morron salta con facilidad el clavo, despedido por el fogonazo. Este mismo inconveniente tienen los que han usado los Ingleses, de hebra encerrada

en

en canuto de lata con punta , à semejanza de pluma cortada , con un receptáculo tambien de lata que llenaban de gachuela. Tambien los han usado los Ingleses de hebra sin encerrar , sirviéndose de un alambre con punta para romper el cartucho , cerca de cuyo extremo tiene un ojo, por donde pasa la hebra del estopin procedente de la cabeza, donde se forma una especie de borla con las mismas hebras, para aplicar el botafuego ; pero asì estos como los de pluma , de que tambien se ha hecho uso, formada en la cabeza con los cortes de la misma pluma , una roseta entretegida con hebras de estopin , tienen el mismo inconveniente de arrojar los clavos de los morrones con freqüencia al tiempo de darles fuego , razon porque entre esta diversidad de estopines para cebar, hemos preferido los de carrizo con manguera de pergamino , preparados en la forma explicada, para evitar todo riesgo en su servicio. Las ventajas que ofrece el cebo con estopin son muchas, y tan manifiestas que parece ocioso detenernos en referirlas. Los estopines que se emplean para hacer correr los fuegos de un brulote , son de la misma especie en quanto á su preparacion ; pero en atencion á su objeto se hacen de algodon , gruesos y largos segun conviene.

CA-

CAPITULO V.

DE LA CAMISA DE FUEGO.

35 LLámase camisa de fuego un artificio en forma de almohada, preparado sobre un telar ó enrejado de alambres, en el qual se acomodan varias materias combustibles, cubiertas finalmente con una funda de lona, y de ella sobresale una espoleta á cada lado, por donde se le da fuego. Su aplicacion es para incendiar buques varados, propios ó del enemigo, lo que se egecuta colgándola de alguna alcayata, por una asa de hierro que procede del telar y sobre sale de la almohada, à cuyo efecto quando se va á poner en práctica esta operacion, se llevan alcayatas y martillo ó cadenilla con candado, para hacer uso de lo uno ó de lo otro segun las circunstancias: su preparacion es como sigue.

36 El fundamento de las camisas fig. 18 es un marco quadrilongo de barretas de hierro puestas de plano, con 15 agugeros en cada lado mayor y 9 en el menor, equidistantes entre sì, por los quales se pasa el alambre conque se forma el enrejado. Tiene el marco una asa en medio de uno de sus lados menores. Tambien suelen tener un gancho ó arpeo en cada

da àngulo superior , que hemos suprimido , pareciendo mejor para aplicarlas, servirse de una alcayata para colgar de ella la camisa por el asa, ó dejarla pendiente de algun herrage como las cadenas de las mesas de guarnicion, por medio de una segunda asa formada de una cadenilla y su candado , cuyo último método es el mejor quando las circunstancias lo permiten , porque ni puede saltar la camisa al tiempo de su inflamacion , como algunas veces sucede , ni puede quitarla el enemigo. Estos telares serán de dos tamaños : el mayor de dos pies y 6 pulgadas de longitud y uno y medio pies de latitud , y el menor tendrá en su mayor lado dos pies y en el menor 14 pulgadas, cuya diferencia es para que las camisas construidas sobre el primero , sirvan para los buques mayores, y las otras para los menores, en consideracion à su diferente capacidad y al tamaño de las escotillas del pañol.

37 Las primeras materias que se ponen en el telar , son pajuelas de azufre y estopines de hebra. Princípianse á entretejer aquellas á lo largo , poniendo entre cada dos bueltas una de estopin, y asì se continua hasta ocupar la extension del enrejado. Luego se hace lo mismo en el otro sentido : esto es á lo ancho , entretejiendo bueltas de pajuela y estopin, que abrazan y sujetan las que se pusieron á lo largo.

So-

Sobre los estopines y pajuelas se coloca una capa de estopa blanca peinada, hecha cordon floxo de una pulgada de diámetro. Se principia á revestir por uno de los ángulos inferiores con bueltas á lo largo y á lo ancho; pero con la advertencia de que para cada dos bueltas que da el cordon en este sentido, debe dar una el que va á lo largo, en cuya forma viene á hallarse enteramente cubierta la camisa, quando ambos cordones llegan al ángulo superior opuesto, quedando señalada la diagonal por uno y otro lado, al modo que en los asientos de las sillas de enea. Luego se afirma con hilo de alambre en la mitad del lado mayor del marco, una espoleta de 4 pulgadas, dejando bastante porcion fuera, respecto á que despues de revestida enteramente la camisa, ha de sobresalir su cabeza, y en igual forma se coloca otra en el lado y frente opuesto, y para su mayor seguridad y firmeza tienen las espoletas dos rebaxos, en que entran las bueltas del alambre con que se sugetan por la parte interior y exterior de la barreta del telar.

38 En cada uno de los quatro ángulos de la camisa se coloca diagonalmente un sofion de ocho pulgadas de longitud en las mayores, y seis en las menores, asegurándolos con alambres contra los del telar: en igual forma se afirma otro sofion de la misma longitud, co-

lo-

locado perpendicularmente al mayor lado en la misma direccion de la espoleta, cuyo menor extremo ha de quedar con inmediacion al sofion, respecto á que uno y otro han de abrazarse con una cofia de papel, en cuyo vacio se pone una porcion de mixto que sirva de cebo para que el fuego de la espoleta no dexe de comunicarlo al sofion. Desde cada uno de los quatro sofiones de los ángulos, salen dos minetas que son estopines de hebra encerrados en papel, dirigiéndose en la forma que representa la misma figura. De estas las dos que se dirigen al sofion del medio por la parte de la espoleta, se introducen en el espacio vacio de aquel, dando despues una ligadura que dexe encarcelados con el cebo, la espoleta y las minetas: el otro extremo de estas se une á los de los sofiones de los ángulos por medio de una cofia de papel, afirmándolas ademas á las estopas con puntadas floxas de hilo de velas.

39 Luego se prepara un mixto compuesto de 12 partes de pòlvora, 8 de salitre, 4 de azufre, media de aserrin cocido en agua salitrosa, una de resina, media de limaduras de hierro y un quarto de carbon, todo molido y tamizado á excepcion del aserrin, humedeciendo el compuesto con agua ras, de modo que se una sin pegarse á las manos. De este mixto se introducen varias porciones entre

la capa de estopines y pajuelas y la de estopa, á cuyo fin se separan por varias partes los cordones y luego se buelven á juntar para que quede sugeto el mixto. Yntroducido este se bañan las estopas, minetas y sofiones con un betun compuesto de 12 partes de resina, 4 de sebo y cera virgen, y dos de trementina, alquitran y agua ras, dando este baño con una brocha.

40 Estando la camisa en esta disposicion se pone la primera capa que es de lienzo vitre, bañado con un betun compuesto de 12 partes de resina, 4 de sebo y dos de cera, y se cose de firme por todas partes, dexando libres las espoletas y asa. Luego se hacen quatro incisiones en cada frente, correspondientes á los quatro sofiones diagonales; pero sin que lleguen á cortarse en el centro. Por estas aberturas se introducen algunas pajuelas y estopines, de modo que sus extremos salientes queden mezclados con las virutas que se colocan entre ambas capas. Tambien se introducen algunas porciones del propio mixto que se colocó debaxo de las estopas. Luego se ponen las virutas bañadas en el betun que se dió sobre las estopas y minetas, interpolando algunas pequeñas porciones del referido mixto, y se finaliza con otra capa de lona embetunada como la primera; advirtiendo que el lado inferior se co-

se

se todo de firme: en los laterales por la parte baxa, los dos tercios de la distancia entre los ángulos y las espoletas, y por la superior el tercio de la misma distancia. En el lado de arriba tambien se cose de firme el tercio de las distancias entre los ángulos y el asa: dando sin embargo puntadas de firme junto á esta y las espoletas, con lo que queda finalizado este artificio representado en la figura 23.

41 Antes de aplicar la camisa al buque, trinchera ó maderámen que se pretende incendiar, deben darse en cada frente tres ó quatro cuchilladas repartidas, que penetren las dos capas, sin cuya prevencion es muy lenta la propagacion del fuego que se produce en el centro de la camisa por falta de respiracion, y para asegurarse de que no falte y hacer su fuego mas pronto, luego que esté colgada por el asa, se quitará el capillo de las espoletas y se les aplicará fuego á entrambas.

42 Las espoletas se cargarán con mixto poco activo, de modo que pueda durar mas de un minuto, á fin de que los que dan fuego puedan retirarse, á precaucion del efecto posible de reventar la camisa, como se ha verificado algunas veces. Quando esta deba aplicarse á buque enemigo no abandonado enteramente y en la obscuridad de la noche, se hará uso de la cadenilla y candado, pasándo-

la por el asa de la camisa y por una argolla, cadenas de la mesa de guarnicion ú otro asidero de hierro.

CAPITULO VI.

DE LOS COHETES.

43 EL cohete se reduce á un canuto lleno de ciertos mixtos con un orificio pequeño por donde sale el fuego que se produce en lo interior, obligándole á subir por una accion semejante á la del retroceso de los cañones, auxîliada para su direccion de la rabiza, que es una caña delgada ó vara de madera ligera que se ata exteriormente al cohete. Aunque estos en su principio se aplicaron á los fuegos de regocijo, hoy pueden tener lugar entre los artificios de guerra, por el uso que de ellos se hace para señales en tierra y con mas freqüencia abordo. Se fabrican de varias especies; pero en la armada porque sean mas visibles, solo se usan los de luces, cuyo nombre damos á unas pequeñas bolas del mixto que se dirá mas adelante. Para que su direccion no sea arbitraria y evitar las desgracias que pudieran seguirse si la tomasen hacia las velas, se disparan introducida su rabiza en el disparador, que es

una armazon de madera fig. 22 á semejanza de la caxa de un fusil. En su extremo superior donde corresponde la colocacion del cohete, tiene una llave de cuyo gatillo sale un alambre que termina en la culata, tomando fuego el cohete de la pólvora de la cazoleta. Este disparador pudiera disponerse mas sencillamente, reduciéndolo á una sola asta de madera rebaxada por la parte superior, hecha en ella una rígola ó rebaxo con tres abrazaderas para sugecion de la rabiza, sirviendo la abrazadera mas inmediata á la cabeza para tope del cohete, cuyo estopin procedente del cebo quedará tendido sobre la misma rabiza, debiendo estar la rígola en esta parte forrada de oja de lata.

44 Este instrumento podrá tener $2\frac{1}{4}$ varas de largo, para que apoyando su extremo sobre la cubierta y dàndole la inclinacion conveniente, pueda darle fuego con una mecha el mismo que tiene el disparador, con lo que se evita el riesgo de que falte el fuego, como sucede alguna vez con la llave. La rabiza es por lo general una caña, que debe ser larga, recta y delgada, conviniendo que sea de estas circunstancias, pues quando son cortas y pesadas, suben poco y si tienen torturas ó curvidad, la forma tambien en su ascenso varias veces el cohete, razon porque deben preferirse á estas rabizas las de madera ligera,

pu-

pues pudiendo tener la reĉtitud de que por lo regular carecen las de caña, y no siendo nudosas como estas, no las detiene tanto la friccion para salir del disparador, y perdiendo menos fuerza el cohete en su primer arranque, sube á mayor altura. Por lo general deberán tener las rabizas de largo dos varas para cohetes de 8 á 9 onzas de peso comprendido el de las luces, siendo el de la rabiza de $2\frac{1}{2}$ á 3 onzas. La precaucion indispensable abordo es dispararlos por barlovento, dando al disparador una elevacion como de 60 á 70 grados. La razon de dispararlos por barlovento es porque siendo mas leve la rabiza que el cohete, es aquella mas fácil de ser llevada por el viento, y como su direccion determina el rumbo del cohete, si se disparase por sotavento tomaria aquel su direccion hácia el buque. La fábrica de este artificio de fuego es como sigue.

45 Primeramente se cortan los canutos de caña de 7 á 8 pulgadas de longitud y de 8 á 10 líneas de diámetro interior, teniéndose por regla constante que la longitud interior del canuto hasta el nudo, debe corresponder á $8\frac{1}{2}$ diámetros del mismo canuto: este se reviste con hilo de velas alquitranado, cubriendo toda su extension con bueltas muy firmes á torno. En esta disposicion se cargan con el mixto que mas adelante se dirá; debiéndose advertir que

la

la longitud de la aguja con que se forma el alma del cohete, ha de ser con respecto al diámetro del canuto, en el supuesto de que segun experiencias, por cada seis diámetros del mixto que la circunda debe tener uno de cabeza, que es el mixto sólido ó sin el hueco del alma en que termina el cohete y otro medio diámetro vacio, baxo cuya regla si la aguja fuere mas larga ó mas corta, se aumentará ó disminuirá la cabeza y se arreglará la longitud del canuto, contando constantemente con un diámetro que ha de ocuparse con greda sobre el nudo.

46 Para cargar el cohete, hecho un barreno en el nudo de la caña, se coloca el canuto sobre un pedestal de madera fuerte figura 21, de cuyo centro sale perpendicularmente una punta de hierro de figura cónica de $5\frac{1}{2}$ á 7 pulgadas de longitud, de tres lìneas en su mayor diámetro y una en el menor, para macizarlo en contorno de esta punta, poniendo antes sobre el pedestal una zapatilla de curtido para que no padezca la caña. La baqueta ó cargador de estos cohetes es de hierro, penetrada de parte á parte con una abertura proporcionada á la punta, la que se introduce por el hueco del cargador: esto supuesto se pone en el canuto hasta un diámetro de tierra gredosa ó arcilla molida y tamizada, que con-

ser-

serve igual humedad, la que se comprime mucho con el atacador: sobre esta base ó cimiento se introducen tongas de un mixto compuesto de 16 partes de pólvora y 5 de carbon de sarmiento ó lentisco, todo bien mezclado despues de pasado por tamiz: estas tongas se comprimen mucho hasta el fin de la punta, y del espacio restante se llena la parte correspondiente con el mismo mixto.

47 Separando luego el cohete del pedestal, se forma el receptáculo del cebo, á cuyo efecto se va agrandando en figura cónica hacia el extremo inferior el orificio, hasta que llegue á ser su mayor diámetro el interior de la caña: en esta concavidad se pone el cebo, que es un compuesto de 4 partes de pólvora y dos de corbon humedecido, llenando antes con pólvora menuda el hueco que dexó la punta en lo restante del cohete. Este era el método general de cebarlos; pero habiendo manifestado la experiencia que faltan freqüentemente, porque la gachuela se desune con facilidad de la caña, se introduce un estopin ajustado al orificio del cohete hasta llegar á su mixto, y llenando luego el receptáculo con el cebo humedecido, queda unido al estopin y este afirmado al mixto del cohete, en cuya forma no podrá suceder que se caiga el cebo, del qual sobresale la mecha para introducirla en la çazoleta mezclada con la

pól-

pólvora del cebo del disparador, ó bien tenderla sobre la rabiza si se hace uso de disparador sin llave. Esta mecha se cubre con el papel doble que debe coefar al cohete por la parte inferior. En el otro extremo se ponen las luces dentro de un cilindro de papel á que llaman farolillo, asegurado con hilo de velas á la cabeza del cohete.

48 Estas luces se forman con un mixto compuesto de 32 partes de pólvora, 4 de salitre, 10 de flor de azufre, una de antimonio y 3 de alcanfor, despues de haber pasado cada simple de por si por tamiz fino, á excepcion del ùltimo ingrediente que no es susceptible de esta operacion: luego se pasa todo junto por tamiz claro para su mejor incorporacion, en cuyo estado se rocia con aguardiente hasta que se hace pasta, de que se forman unas bolitas de 10 líneas de diámetro. Estas se dejan secar bien y luego se ponen en el farolillo, en número de 5 ó 6 entre mixto de pólvora molida y carbon, retorciendo despues el papel sobrante para que queden mas unidas á la cabeza, y finalmente se cubre el farolillo con otra cofia. Formado ya el cohete se le ata con hilo de velas la rabiza, con lo que se halla en disposicion de dispararse.

49 Aunque la práctica seguida hasta aora es embarcar los cohetes con sus rabizas y te-

nerlos sin algun preservativo en santa bárbara, es esta sin duda la causa de inutilizarse tan breve, y de no tenerlos en aptitud de servir quando se necesitan por la mucha humedad que reciben del ayre de la mar que desvirtua el cebo, carga y luces: por tanto conviene que los cohetes se lleven sin las rabizas en cajones forrados de lata ó en jarras de cobre, como últimamente se ha determinado, atándoles las rabizas quando se necesite dispararlos, respecto á que esta operacion es tan ligera, como que està reducida à unir la rabiza al cohete con dos ligaduras de hilo de velas, teniendo la precaucion de introducir mas ó menos porcion de la rabiza, segun lo pida su peso y longitud para que quede en equilibrio el cohete y la rabiza, suspendido á una pulgada de distancia del cohete, á cuyo fin quando la rabiza fuere muy larga se cortará por su mayor grueso.

CAPITULO VII.

DE LAS GRANADAS DE MANO y frascos de fuego.

§ 50 HAbiéndose ya tratado de las granadas de mano en quanto á su materia y dimen-

mensiones tomo 5°. pag. 249 y de las espoletas y y sofiones que se les introducen cap. 1°. y 2°. nada resta que decir de este artificio en quanto á su preparacion, y asì bastará añadir que su conduccion es en cajones entre virutas para preservarlas de la humedad, arreglando su número al de 20 por cajon, en cuyos lados menores se afirma con dos nudos por la parte interior una gasa de cabo para su mas cómodo manejo. Para su uso quando se disparan á mano, se desencapilla la cofia y rasca el mixto, y teniendo en la mano izquierda una mecha se les da fuego delante del pecho á la distancia que permitan los brazos, teniendo cuidado de no arrojarlas hasta que arda el gusanillo de la espoleta

51 Este artificio de fuego sirve para los arrambages mientras que los buques combatientes están en distancia á que pueda llegar la granada arrojada segun la fuerza de los que las disparan, y si estos se situan en las cofas podrán arrojarlas mas lejos; pero siendo tan remoto el caso de que los buques de grueso porte estén al alcance de las granadas arrojadas á mano, para no dexar sin uso este artificio, se disparan con los obuses de que hablamos en el tomo 4° § 239. Para esto van preparados de antemano los cartuchos en que se comprende la pólvora, granada y taco, en la forma que

representa la figura 24 en la qual la parte AB es un zoquete de madera taladrado de parte á parte, puesto en cima de la pólvora y sobre él sienta el culote de la granada: el orificio que corresponde á la pólvora se cubre con un cìrculo de papel doble pegado á la madera, sirviendo para que la pólvora se mantenga en el fondo del cartucho comprimida. Los estopines procedentes de la espoleta se ligan unidos en la parte inferior de la granada, para que queden en el rebaxo del zoquete, y á fin de que no tengan roce con la madera, se hacen 4 rígolas en la periferia de dicha abertura en las quales quedan los estopines. El objeto de este artificio es herir ó matar con los cascos quando revientan y causar algun incendio con los sofiones.

52 Los frascos de fuego son como se representan en la figura 17 formando una cintura por donde se abrazan para arrojarlos. Su materia es vidrio no grueso para que se rompa fácilmente al tiempo de caer, su carga es pólvora en grano mezclada con una corta cantidad de azufre tamizado para facilitar mas la inflamacion. Su boquilla se ocupa con un tapon de corcho ajustado: se baña con cera virgen derretida, cubriéndolo despues con un pergamino que se liga al cuello. En el mismo sitio se encapillan dos mechas en cruz destorcien-

ciéndolas para que entren , y torciéndolas despues á fin de que ajusten. Estas mechas deben ser cortas para que no caigan sobre la mano del que tiene el frasco por la cintura : sus extremos se deshacen para que quede la estopa suelta como media pulgada , y en esta disposicion se introducen en la gachuela de los estopines, cubriéndolas despues con una cofia de papel delgado sugeta con una ligadura.

53 El embase de estos frascos es en cajones hechas en su interior con tablillas delgadas 15 divisiones , que es el número de los que se ponen en cada frasquera , macizando los ángulos de sus quadrados con estopa , de que se hace una cama en el fondo para su asiento sobre materia blanda , y encima de todos se pone la cantidad de estopa necesaria hasta llenar la frasquera , en términos que no tengan juego los frascos. Su uso es semejante al de las granadas de mano , y se reduce á encender con la mecha , que se tendrá en la mano izquierda , los quatro morrones sin quitar las cofias de papel , y quando ya están encendidas se arrojan à la cubierta del enemigo : siendo conveniente advertir que en el modo de hacer la guerra con este artificio , se acostumbra arrojar algunos apagados para que se derrame la pólvora y despues otros encendidos , á fin de que sea mayor el efecto de la inflamacion, que

es

es el objeto de este artificio contra los que están dispuestos al abordage.

54 Los cajones para embasar las granadas preparadas para dispararlas con los obuses, deben tener á la distancia de tres pulgadas del fondo, una tapa de madera hechos en ella 15 agujeros circulares, de diámetro competente para que entre en ellos la parte del cartucho que contiene la pólvora, debiendo haber de centro á centro 4 pulgadas. Su altura se proporcionará de forma que la tapa venga á comprimir los tacos que están dentro del cartucho en la parte superior.

CAPITULO VIII.

DE LOS BRULOTES.

55 LLámase Brulote figuras 20 y 25 á una embarcacion menor de uno ó dos puentes, como Bergantines, Paquebotes ó Fragatillas, en cuyos buques se encierran varios artificios de fuego, que incendiados á su tiempo producen la inflamacion de todo el buque, siendo su objeto comunicarla al enemigo quando se halla desmantelado, sin govierno, varado ó fondeado: tambien se dirigen á los comboyes y á los buques de guerra formados en lìnea, con

el

el fin de cortarlos, y por ningun título á buque suelto que sea dueño de sus movimientos: y á efecto de que puedan asirse á las jarcias del enemigo, se colocan en los penoles de las vergas mayores y de gavias, y en el extremo del botalon de proa, unos arpeos y resones pendientes con cadena de los mismos penoles. A las fragatillas que tienen pozo suelen ponerse fuegos en sus dos cubiertas, y quando solo se tienden en una, convendrá que sea la primera.

56 Las circunstancias constitutivas de los brulotes son las canales, las puertas de huida, la disposicion de las portas y los arpeos y resones. La porteria tiene sus visagras en la parte inferior, para que al ser despedidas por las recámaras ó petardos que apoyan contra ellas, permanezcan caidas para que el fuego del brulote tenga respiracion, se propague y no abra la embarcacion, pues á esta causa atribuimos la sumersion del brulote que los Ingleses intentaron echar al Navio S. Felipe el Real en el combate de Cabo-Sicie el año de 1748, no siendo dable que un solo balazo produjese este efecto con la prontitud que se refiere.

AR-

ARTICULO I.

DE LOS ARTIFICIOS DE FUEGO QUE *entran en el apresto de un brulote y el modo de prepararlos.*

57 LOs artificios de fuego que entran en un brulote son los siguientes : faginas incendiarias , brusca preparada , estopines , camisas de fuego , lampazos , mixto de canales , salchichas ó minetas , astillas de tea y espoletas. A mas de estos fuegos se han usado en otro tiempo almohadas , ollas de fuego , trombas ó roquetas , barriles de humo , bombas y granadas de mano cargadas. De estos la mayor parte se colocaban en las cofas y vergas , y sobre la cubierta. Tambien se guarnecian las jarcias con camisas ; pero como todos estos artificios se dirigian á la propagacion del fuego, á la incomodidad del humo fétido y al estrago de los cascos, los hemos suprimido en atencion á que quando los brulotes están dispuestos con tales fuegos altos , luego que se inflama el brulote se verifica lo mismo con aquellos , arden las velas y se queda el buque sin el gobierno de que necesita para andar con direccion, la distancia que le resta hasta llegar al que se pretende incendiar. Igualmente hemos su-

suprimido los barriles de humo, por que la incomodidad que ocasiona su fetidez, es despreciable en comparacion del estrago de las llamas: y como las bombas cuya colocacion era sobre la cubierta, arrojaban sus cascos por elevacion, no era muy factible que produgesen efecto ruinoso en la gente del buque contra el que se dirigia, y sí en el brulote cortando algunos cabos de los necesarios para mantener el aparejo, ó derribándole algun mastelero: sin embargo darémos una breve descripcion de estos artificios, despues de individualizar los que comprendemos en su armamento.

58 Las faginas incendiarias son unos haces de sarmientos de 2½ pies de largo y 6 pulgadas de grueso, los que se sugetan con dos ligaduras de alambre en cuya forma se bañan en el mixto siguiente.

Pez negra.	12.	partes.
Pez rubia.	12.	
Resina.	4.	
Aceyte de linaza. . . .	2.	
Cera virgen.	1.	
Alquitran.	1.	
Grasa.	1.	

Estos simples se liquidan al fuego revolviéndolos con una paleta de madera para su in-

corporacion: luego se sumergen las faginas en el derretido hasta que se empapen bien, y sacándolas en este estado, se polvorizan con el mixto de 24 partes de azufre y una de pólvora molida. En algunas recetas se añade á este mixto, pimiento molido, asafétida y euforvio; pero lo suprimimos porque no contribuyendo para el fuego solo sirven para dar mal olor. Luego que están bien cubiertas de este mixto seco, se rocian con agua ras y se ponen á secar á la sombra sobre tablas.

59 La brusca es un arbusto de este nombre de que se forman pequeños haces, los que se bañan, polvorizan y secan en igual forma que las faginas. Los estopines son de la especie de los de hebra: se hacen de algodon gruesos y largos, respecto á que sirven para comunicacion del fuego en las canales. El mixto de estas se compone de dos partes de pólvora, dos de salitre, dos de azufre y una de pez rubia todo molido, tamizado y bien incorporado. Los lampazos son unas madejas de estopa peinada atadas por un extremo, en cuya forma se empapan bien en el derretido mismo que las faginas, polvorizándolos con mixto de 8 partes de azufre y 2 de pólvora. Las astillas de tea son delgadas, y de ellas se forman unos haces iguales á las faginas para que puedan suplir en su defecto: su preparacion es la misma. Las sal-

salchichas son estopines gruesos encerrados en mangueras de lona, y sirven de conducto para comunicacion de los fuegos.

60 Las espoletas con que se da fuego á los brulotes son de la misma especie que las de bomba, debiendo ser su longitud tal que sobresalgan de la cubierta superior y lleguen al mixto de las canales: tiene cada una tres barrenos y el mixto con que se cargan es diverso para que unas tengan mas duracion que otras, respecto á que quando se da fuego al brulote, se principia por la mas lenta y se finaliza por la mas activa, todo en el supuesto de abandonar el brulote despues de haber dado fuego á las espoletas; pero esta práctica está muy expuesta á la confusion que origina el temor de perecer, si alguna espoleta está aventada ó se corre: por tanto preferimos la práctica de dar fuego al brulote por la puerta de salida desde la misma lancha ó bote. Para esto se hará uso de tres espoletas unidas con ligaduras de alambre. Cada una de estas tendrá un estopin procedente del gusanillo, de los quales será uno mas largo que los demas y todos tres se unirán cerca de las cabezas. La colocacion de estas espoletas será tendidas sobre la cubierta con inmediacion al costado, de modo que sus extremos menores entren en la canal por la abertura del mamparo de popa, y sus cabezas queden

den inmediatas á la puerta de salida, siendo por tanto la longitud de estas espoletas la que determina la colocacion de dicho mamparo ó al contrario.

§ 61 Las canales son un quadrilongo que circunda el buque interiormente por los costados, atravesando tambien de uno á otro, y quedando algo elevado sobre la cubierta: por la parte superior se reparten listones á lo largo y à lo ancho, formando quadrados cuyo lado es la mitad ó el tercio del ancho de la canal, que tendrá 15 ó 23 pulgadas segun se hiciere para dos ó tres filas de fagina y brusca: su altura será de uno ó dos pies. Por las cabezas de estas canales á popa y proa se coloca un mamparo que cierra la caxa de los fuegos, dejando puertas al medio si fuere preciso para entrar al espacio que encierran los mamparos, y si el de proa no pudiese quedar bastante retirado hacia esta parte, se continuan las canales de los lados hasta debaxo del castillo. Por la parte interior de las canales de los costados y por uno y otro lado de las que cruzan, se colocan tambien mamparos, quedando el espacio intermedio para otros fines de la navegacion. Estos mamparos interiores tendrán varias puertas, por donde se manejan para colocar los petardos y tender los fuegos en las canales al tiempo de operar. En

ca-

cada uno de los mamparos á la altura competente, segun lo que levanten las canales de la cubierta, se harán quatro barrenos de media pulgada y dos en cada uno de los mamparos de popa y proa.

62 En la parte del espejo de popa se forman otras canales sin revestimiento de mamparos, teniendo con inmediacion al fondo de la canal un barreno, para recibir el fuego que les comunicará la caxa, por medio de una salchicha que atraviesa el mamparo de popa de la misma caxa. Tambien tendrà otro barreno grande cada uno de los mamparos de popa en el sitio correspondiente á las canales de los costados, por los quales deben introducirse las espoletas con que ha de darse fuego al brulote.

63 Las canales se colocan equidistantes del costado y con la misma curvidad que este, y en el espacio intermedio se afirma en el costado delante de cada porta, un trozo de madera fuerte con un rebaxo en la parte superior, en el qual se acomoda una recámara cuya boca debe quedar al tope de las mismas portas, á cuyo efecto se introduce una cuña entre la culata del petardo y una faxa de hierro que se sobrepone al pilarote enchavetada en dos pernos que atraviesan la cabeza del mismo á uno y otro lado del rebaxo en direccion perpendicular al costado. Las portas deben estar sostenidas por guardines de piola

del-

delgada, á fin de que al incendiarse el brulote las abata el disparo de las recámaras.

64 Las puertas de huida son de proporcionada altura para que pueda salir la gente sin dificultad por ellas: se abren hacia fuera teniendo las visagras en la parte de proa, y en la inferior un batiente de poca altura. Los arpeos son unos garfios de hierro con sus cubos y orejeras, para afirmarlos en los penoles de las vergas mayores y de gabia y en el botalon del foque. Los resones se colocan en los mismos sitios pendientes de cadenas.

65 Explicados los mixtos que consideramos necesarios para el armamento de los brulotes, dirémos algo de los que omitimos y se han considerado en otro tiempo convenientes, de que hemos hecho mencion anteriormente, quales son almohadas, ollas de fuego, trombas, roqüetas y barriles de humo.

66 Las almohadas son á semejanza de las camisas, formàndose sobre telar como estas, y se diferencian en que á demas de los artificios de fuego que llevan aquellas, se colocan en estas dos andanas de cañones de pistola cargados con balas, asegurados al telar con las culatas al medio y sobresaliendo sus bocas de la camisa por los lados mayores. Este artificio se disponia para colocarlo en los penoles de las vergas.

Las

67 Las ollas de fuego se preparan sobre una ordinaria de boca estrecha : en la superficie de la olla se hacen varios agugeros por donde se introducen estopines , llenando despues el hueco con un mixto compuesto de 12 partes de pólvora , alquitran y salitre , 6 de sal amoniaco y azufre, y una de pez rubia , alcanfor , resina y limaduras de acero. La boca se cubre con una tapadera de barro , y por toda la superficie exterior se reviste de alambre , dejando libres los agugeros , formando con los mismos una gasa para colgarla , y finalmente se baña con una capa de resina , brea y pez rubia.

68 La tromba y roqueta es un cohete grande de carton trincado con hilo fuerte alquitranado : la primera es cónica y la segunda cilìndrica , siendo el objeto de aquella para que el fuego salga con mas actividad ; pero se carga con mayor dificultad por cuya razon se preferirán las roquetas , aumentándoles una boquilla de madera á semejanza del receptáculo del cebo de los cohetes : se cargan sobre espiga de bronce como estos , con el mixto compuesto de 48 partes de pólvora , 16 de salitre y flor de azufre y una de limaduras de acero, pez rubia y alcanfor , llenando con pólvora menuda el hueco que ha dexado la espiga.

69 El barril de humo es un artificio dirigido á incomodar al enemigo con su fetidez:

se

se forma sobre dos arcos de hierro, sirviéndole de duelas, faginas incendiarias sugetas por sus cabezas á los arcos con alambres hasta ocupar toda la circunferencia. El fondo se cubre con lona embetunada con el mixto de las capas de las camisas: en el centro del vacio que dejan las faginas se coloca un cilindro de madera, y el espacio intermedio entre este y las faginas se llena con tongas de virutas de pino, esparto majado, tiras de lienzo vitre empapadas en azufre y el todo bañado con un mixto compuesto de 8 partes de grasa, aceyte de linaza y pimiento molido, y una de asafétida y euforvio: entre tonga y tonga se mezclan raspaduras de asta, aserraduras de pezuña, excremento de gato, cortaduras de cuero, pimiento seco, pez rubia quebrantada y pajuelas cortas: tambien se pone entre tonga y tonga la mixtion de 4 partes de pólvora, una de carbon de sauce y una de azufre, todo tamizado. Luego se extrae el cilindro de madera, y el hueco que dexa se ocupa con el mixto de espoletas, quedando en el centro varios estopines que deben sobresalir por uno y otro fondo, á cuyo efecto se hace una abertura en el inferior ya puesto, y otro se coloca en la parte superior con igual abertura para dexar fuera los extremos de los estopines. Ultimamente se cubre por lo exterior con una capa de lona, á la que se da una mano de brea espesa para preservarlo de la humedad.

ARTICULO II.

DEL APRESTO DE UN BRULOTE *y repartimiento de sus fuegos.*

70 SUponiendo puestos los arpeos y resones, con que no conviene que salgan los brulotes á la mar por los abordages á que están expuestos los buques que navegan en esquadra, se cargan las recámaras con la cantidad de pólvora suficiente para el objeto de abatir las portas al disparo, con la prevencion de que antes de cargarlas ha de introducirse por el oido un estopin largo de hebra, para que la pólvora le comprima y quede libre del riesgo de que se caiga : luego se colocan en su lugar las recàmaras y se acuñan contra la banda de hierro que cierra el rebaxo formado en el pilar sobre que se colocan, hasta que su boca llega á las portas : los estopines se dirigen hacia las canales, colocando sus extremos en el fondo de estas : despues se tiende el mixto en cantidad que llegue á ocupar dos ó tres lìneas: sobre el mixto se tienden los estopines gruesos de comunicacion , colocados en medio de la canal : y en cada uno de los quadrados de una fila que forman los listones en el plano superi-

rior de las canales , se introduce una fagina derecha y en la otra fila se alternan las faginas con brusca. Si la canal tiene tres filas solo se alterna con faginas y brusca la del medio: en el centro de cada quatro se coloca tendido un lampazo , y sobre estos y las cabezas de las faginas se tienden haces de brusca. Las camisas se cuelgan de los baos sobre las canales , dejando pendientes los estopines de las espoletas para que les comuniquen el fuego. Por cada uno de los barrenos que atraviesan la canal y el mamparo, se pasa un estopin que procediendo de la misma canal queden sus extremos por la parte exterior , debaxo de los quales se ponen lampazos y encima de estos haces de tea derechos en contorno de la caxa de los fuegos : lo mismo se practica en la canal de la parte de popa , colocando desde el principio la salchicha que sirve para comunicar el fuego de proa á popa : últimamente se rocian todos los mixtos con agua ras, con lo que quedan preparados. Las espoletas de banda y banda para comunicar el fuego se colocan antes que las faginas , elevando despues sus cabezas para que queden sus estopines á la altura del batiente de la puerta de salida.

71 Los brulotes armados segun el método antiguo, tenian repartidos fuegos por las jarcias y penoles : en aquellas y en estos almo ha-

hadas, trombas, roquetas y ollas de fuego como ya se ha dicho. Los barriles de humo se situaban sobre la cubierta á uno y otro costado, asegurados con listones, cuya comunicacion se hacia por salchichas que procediendo de las canales, seguian por las jarcias á la cruz de las vergas y de aquí á los penoles: las canales de estos brulotes estaban arrimadas al costado y las portas se abrian antes de tender los fuegos, cuya operacion se escusa por el diverso método que hemos adoptado.

ARTICULO III.

DE LA PREPARACION NECESARIA para dar fuego al brulote y modo como debe procederse para dirigirlo al enemigo.

72 SUpuesta ya la preparacion de los fuegos, á conseqüencia de la señal del buque comandante y transbordada á otro buque la gente que no pueda retirar en su embarcacion menor, se quitarán las escotillas de la cubierta que están sobre los fuegos, y quando se halle el brulote en la distancia conveniente para su última operacion, si esta se dirige contra un solo buque, cargadas las velas mayores se

arrumbará á la aleta ó amura del buque enemigo segun fuere su posicion : es decir à la aleta si presenta la popa, ó á la amura si la proa, debiendo formar un ángulo de 45 grados el rumbo que lleve el brulote , con aquel en cuya direccion esté el buque enemigo : siendo prevencion que los brulotes han de navegar en este caso con viento largo siempre que se pueda , y que hecho el aparejo ha de quedar el timon sugeto en aquella posicion que convenga para que no varie su rumbo , segun el conocimiento de las propiedades del buque. Si este se dirige con el objeto de cortar una línea , será su rumbo perpendicular á la misma: luego se embarcará toda la gente en la lancha ó bote , que estarán por la parte de barlovento junto á la puerta de huida ; debiendo ser el último el Comandante , y así que se dé fuego á las espoletas por medio de sus estopines, y que estas lo hayan comunicado al brulote , se largarà en banda la amarra y á toda fuerza de remo se dirigirán á los buques de su esquadra , con las demas embarcaciones que habrán venido para sostenerlos.

CAPITULO IX.

DE LAS CARCAZAS.

73 La carcaza no es artificio de fuego que empleamos en los brulotes, ni de que se hace uso en la marina, siendo su objeto en tierra iluminar la campaña para descubrir los trabajos del enemigo disparada con morteros: sin embargo explicarémos su construccion que es como sigue.

74 La figura de este artificio es la de un óvalo imperfecto, formado con dos cercos de hierro: su diámetro mayor será de 15 á 20 pulgadas, segun el calibre del mortero con que se ha de disparar, y el menor será el correspondiente á su calibre, con la prevencion de tener bastante viento. En la parte inferior del óvalo que está aplanada, se coloca un cartucho de lienzo del calibre de á 4 que tendrá dos de longitud, y este se llena con el mixto de 4 partes de salitre y dos de pólvora y azufre molidas y tamizadas: del mismo cartucho debe salir una espoleta cargada con el referido mixto, la que se ata en la parte superior de la armazon, de que debe sobresalir 1½ pulgadas despues de revestida la carcaza, lo que servirá de regla para determinar su longitud: lue-

luego se hacen varias aberturas en el saquillo con la punta de un cuchillo, por las quales se introducen espoletillas cargadas del propio mixto: el espacio intermedio se rellena con astillas gruesas de pino, bañadas en un betun compuesto de 4 partes de alquitran, 13 de trementina y 3 de aceyte de linaza, las que se sugetan à los cercos con filásticas empapadas en el mismo betun.

75 Sobre las astillas y filásticas se echa una tonga de mixto compuesto de 3 partes de pólvora y una de carbon molidos y tamizados, y finalmente se reviste el todo con una capa de lienzo grueso bañado con el betun de las astillas por la parte interior, y por la exterior se le da una mano de brea espesa. Para su manejo y que pueda mantenerse colgada, se cruzan dos alambres gruesos en el mismo sentido que los cercos, los quales forman una asa en la parte de la espoleta. Debe advertirse que este artificio de fuego no puede ser arrojado á larga distancia, por ser corta la cantidad de pólvora conque se dispara, pues si se egecutase con toda la carga del mortero destruiria la carcaza el primer impulso de la pólvora.

PAR-

PARTE OCTAVA.

QUE TRATA DE LA FORTIFICACION MILITAR.

DEFINICIONES Y EXPLICACION DE las principales partes de la fortificacion.

76 F*Ortificacion es el arte que enseña á construir los edificios militares, disponiendo sus recintos de modo que un corto número de guerreros pueda resistir la invasion de muchos.* Es ciencia físico-matemática, que no puede adquirirse fundamentalmente sin el conocimiento de las matemáticas sublimes. Divídese en *natural y artificial.* La primera es aquella cuya situacion hace difícil el acceso al enemigo, por estar sobre una montaña y poderse cerrar fácilmente sus avenidas y caminos, ó por hallarse rodeada de pantanos impracticables, precipicios &c. Estos y semejantes obstáculos que la naturaleza hace servir para la defensa de un puesto, constituyen la fortificacion natural. La segunda es la que necesita el auxílio del ingenio y del arte para resistir á los ataques del enemigo, por medio de varias obras

obras construidas con este objeto. La fortificacion artificial se divide en *permanente y pasagera, ó de campaña.* La primera se practica en las plazas y otros lugares destinados para resistir en todo tiempo á fuerzas superiores, y la segunda en el campo para cubrir los exércitos.

77 Las obras esenciales de la fortificacion consisten en el *terraplen*, *foso* y *camino cubierto.* El terraplen es una masa de tierra que circuye á la plaza por todos los parages accesibles: su latitud en la parte superior es de 9 toesas y en la inferior de 13 á 14: su altura suele variar segun la situacion y circunstancias de la fortaleza, aunque regularmente es de 3 toesas. El objeto del terraplen es cubrir las partes mas esenciales de la plaza, como son almacenes de pólvora y otros edificios principales, cerrar la entrada á los enemigos y proporcionar á los que la defiendan, altura suficiente para descubrir la campaña á tiro de cañon y poder arruinar con ventaja los trabajos del sitiador.

78 El pendiente que forma el terraplen hacia la plaza por la disposicion que naturalmente toman las tierras, se llama *declivio interior* cuya base ordinariamente es una tercera parte mayor que la altura del terraplen, y se determina desde el punto que señala la perpendicular baxada sobre el piso de la plaza en el

ex-

extremo interior de la latitud del terraplen. Sobre el extremo exterior se coloca el *parapeto* que es una elevacion de tierra de 7½ pies de altura y 3 toesas de espesor para cubrir los defensores. La *banqueta* es una especie de grada que se construye sobre el terraplen inmediata al parapeto para que el soldado pueda hacer fuego á la campaña. Llámase *declivio superior del parapeto* á la pendiente que este tiene hacia la campaña para descubrirla á la menor distancia posible. El espacio que queda sobre el terraplen hacia la parte interior despues del parapeto, se llama el *adarve*, ó camino del terraplen, y sirve para el paso libre de las tropas, y uso de las máquinas destinadas á la defensa de la plaza.

79 El terraplen y parapeto se sostienen ordinariamente por la parte de la campaña, con un muro de piedra ó ladrillo que se llama *revestimiento*, en cuyo caso se dice, que el terraplen está revestido para diferenciarlo del que se construye solo con tepes. Para que el revestimiento pueda resistir mejor el empuje de las tierras, se le añaden estribos ó contrafuertes de mamposteria, distantes entre sí 15 pies, los quales entran en el terraplen y tienen su misma altura. Quando el terraplen está revestido corre por la lìnea que une su revestimiento con el del parapeto una fila de piedras en figura de

semicìrculo, que resalta medio pie del revestimiento y se llama *cordon.*

80 *Escarpa* ó declivio exterior es la inclinacion que forma el revestimiento del terraplen hacia la campaña desde el cordon hasta el foso, siendo perpendicular el revestimiento del parapeto; pero quando el terraplen no se halla revestido, continua la escarpa hasta la parte superior del parapeto, y se le da el menor declivio posible para que no facilite la entrada á la plaza. El cordon se representa en los planos con una línea mas fuerte que las demas, y se llama *línea magistral* desde donde empiezan á contarse los gruesos de cada parte del recinto.

81 Las porciones del terraplen como AB CDE y FGHYJ fig. 1. lamina 3, que salen hacia la campaña se llaman *baluartes.* Cada baluarte se compone de 4 lìneas, dos de las quales como BC y CD, que se llaman *caras,* forman el àngulo saliente BCD y este se nombra *ángulo flanqueado.* Cada una de las otras dos líneas AB y ED se llama *flanco*, y la parte EF del recinto entre dos baluartes es la *cortina.* De aquí se infiere que el recinto de una plaza se compone solamente de caras, flancos y cortinas. *Angulos de la espalda* son los formados por una cara y un flanco como ABC y CDE, y los que forma la cortina con el flanco como DEF y EFG se dicen *ángulos del flanco.*

La-

82 *Lado exterior* del polígono es una lìnea como CB fig. 4. terminada en los vertices de los ángulos flanqueados de dos baluartes inmediatos. La línea AC tirada desde el centro A de la plaza al ángulo flanqueado C de un baluarte es el *radio mayor*. La prolongacion EH de una cortina FE hasta el radio mayor se dice *semigola del baluarte*. Dos semigolas FK , KL forman el ángulo FKL y se llama *ángulo del centro del baluarte*. El lado interior del polìgono es la lìnea recta que une los centros de dos baluartes vecinos como KH, y se compone de una cortina FE y dos semigolas KF y EH. La línea AK ó AH que se tira desde el centro A de la plaza al centro K ó H de un baluarte se llama el *radio menor*. La lìnea KC ó HB tirada desde el centro K ó H de un baluarte hasta el vertice C ó B del ángulo flanqueado , es la *capital* del baluarte igual á la diferencia entre el radio mayor y menor.

83 *Angulo del centro* del polígono es el CAB formado por dos radios mayores contiguos : y *àngulo del polígono* ó de la figura es el RCB formado con los lados exteriores BC y CR. Las líneas EC , FB &c. tiradas desde el ángulo del flanco hasta los ángulos flanqueados B y C de los baluartes se llaman *líneas de defensa*. Quando sigue la prolongacion de las caras como BMF y CGE son líneas de defensa *ra-*

sante ; pero si la cara del baluarte prolongada se termina en la cortina como CGN la línea de defensa se llama *fixante* y la parte NE comprendida entre el ángulo del flanco y el punto N se dice *segundo flanco. Angulo de la tenaza ó flanqueante exterior* , es el ángulo GOM formado por el concurso de dos líneas de defensa. Los ángulos MBC , GCB &c. formados por la cara del baluarte y el lado exterior del polígono se llaman *ángulos diminutos*, y son respectivamente iguales á la diferencia entre el semiángulo del polígono y el semiángulo flanqueado del baluarte. *Angulos flanqueantes interiores* son los MFE y FEG formados por la lìnea de la defensa y la cortina. Las lìneas que solo sirven para la construccion del plano , y que no se manifiestan quando está concluido, se llaman *líneas* de *construccion*. Tales son las líneas de defensa , los lados del polígono , las semigolas, capitales &c.

84 *Cañoneras* son unas aberturas que se hacen para el uso del cañon en el parapeto de los flancos , en el de las caras hacia el ángulo de la espalda , y algunas veces en la cortina : su construccion se manifiesta en la figura 13 lámina 5. La abertura CD que corresponde á la plaza tiene $2\frac{1}{2}$ píes, la AF que mira á la campaña 9 pies , siendo mayor que la otra para que el cañon pueda disparar á dere-

recha é izquierda del lugar donde esta colocado. La parte mas estrecha E de la cañonera tiene 2 pies, y dista uno del lado interior del parapeto. *Merlon* es la porcion del parapeto FEDIGL comprendida entre dos cañoneras, y para que sea de alguna solidez se colocan estas distantes de centro á centro tres toesas. La superficie superior del parapeto de la cañonera tiene su declivio para que el cañon pueda descubrir las obras exteriores inmediatas. Las cañoneras se representan en los planos con un pequeño triángulo isóceles cuyo vértice corresponde á lo interior de la plaza. Quando el parapeto está construido con un muro sencillo solamente y es de altura proporcionada para cubrir bien al soldado, se hacen en él pequeñas aberturas de $1\frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro que llaman *troneras*, y sirven para el uso del fusil, así como las cañoneras para el del cañon.

DEL FOSO.

85 El *foso* es un espacio profundo que se hace al pie del terraplen hacia la campaña para dificultar el paso al enemigo, aumentar la escarpa y altura del revestimiento, y extraer las tierras necesarias para la construccion del terraplen. La línea LMN fig. 1ª. lám. 3ª. que termina la anchura del foso hacia la campaña

se llama la *contra escarpa* : ordinariamente tiene revestimiento de mamposteria para impedir que las tierras caygan en el foso. Quando el terraplen està revestido , su declivio exterior llega hasta el fondo del foso ; pero si no lo estuviere , se termina en el nivel de la campaña, dejando entre el muro y el foso , un pequeño espacio llamado *bancon ó berma* para que las tierras queden bien sostenidas.

86 El foso puede ser de agua ó seco y de qualquiera forma tiene sus ventajas é inconvenientes. Siendo el foso seco se defiende mejor; pero no pone á cubierto de las sorpresas como el de agua, al paso que este dificulta hacer salidas contra el enemigo. Como el Ingeniero que fortifica una plaza debe arreglarse para la disposicion mas ventajosa de sus obras, á la naturaleza y circunstancias del terreno, estas consideraciones decidirán si el foso ha de ser seco ó de agua. Los mejores son aquellos que pueden innundarse ó mantenerse secos segun convenga á los defensores.

87 La latitud ordinaria del foso es de 15 á 20 toesas y su profundidad de 3 ; pero como de él se sacan las tierras necesarias para los terraplenes , esta circunstancia debe determinar su anchura , quando por razon del terreno no puede tener la regular profundidad. Quando el foso es seco, se hace en medio la *cuneta* que consiste

en

en otro pequeño foso destinado á recoger y dar salida à las aguas del grande ; pero debe construirse de modo que no sirva para favorecer el paso al enemigo. La parte del foso que corresponde al ángulo flanqueado es de figura circular , en donde asi como en los ángulos entrantes, se construyen pequeñas escaleras , para la comunicacion del foso con las demas obras.

DEL CAMINO CUBIERTO.

88 El camino cubierto ó estrada encubierta que sigue al foso inmediatamente , es un espacio de 5 á 6 toesas de ancho terminado por una lìnea paralela á la contraescarpa , y cubierto de una masa de tierra de $7\frac{1}{2}$ pies de altura y de 20 á 25 toesas de longitud , que se termina insensiblemente en la campaña con pendiente suave y forma la esplanada. Sirve el camino cubierto para tener distante al enemigo é impedir que se aproxíme al foso : su parapeto cubre la muralla , de suerte que para arruinarla es menester poner las baterìas en lo mas alto de la esplanada , pues la prolongacion de esta hacia la plaza se termina en la parte inferior del parapeto poco distante del cordon. El plano del camino cubierto se halla ordinariamente en el mismo nivel de la campaña , aunque algunas veces suele ponerse uno ó dos pies mas

ba-

baxo, si el foso no diere bastante tierra para formar la esplanada.

89 Segun estubiere el camino cubierto en el mismo nivel de la campaña ó mas baxo, se construyen al pie de su parapeto una ó dos banquetas como en el de la plaza, para que el soldado pueda hacer fuego sobre la esplanada y descubra la campaña. Sobre la banqueta del camino cubierto quando es una sola, ó sobre la mas elevada si hubiese dos, se planta la *estacada* ó *palizada*, que consiste en una fila de estacas con punta en su extremo superior que profundizan de 2 á 3 pies en la banqueta á un pie de distancia del parapeto, sobre el qual se elevan 6 pulgadas. El espacio de una á otra estaca es el necesario para el uso del fusil, y á fin de que queden bien aseguradas en situacion vertical, se clavan á un liston orizontal de madera à la altura del parapeto, para que sobre él pueda hacer fuego la tropa. Sirve la estacada para impedir que el enemigo salte al camino cubierto, sobre cuyo parapeto tiene poca elevacion, á fin de que el cañon no la destruya con facilidad.

90 En los ángulos entrantes y salientes del camino cubierto se hacen *plazas de armas*, que son unos espacios capaces para formar la tropa que debe defenderle y flanquear todas sus partes. Para la construccion de las plazas de ar-

armas ABC fig. 5ª en los ángulos entrantes, se toma el lugar necesario sobre la esplanada; pero las que hay en los ángulos salientes se forman por la curvatura de la contra escarpa. Los diferentes lados ó partes del camino cubierto se llaman *alas*. Los *traveses* ó *cortaduras* son unos parapetos á prueba con su banqueta, y de la misma altura que la esplanada: se colocan á uno y otro lado en las plazas de armas sobre el camino cubierto, y ocupan su latitud dejando solamente un paso estrecho para la tropa: su objeto es evitar la enfilada del cañon enemigo en la longitud del camino cubierto.

91 Al extremo de la esplanada suele hacerse un foso, y camino cubierto con su esplanada, llamados *ante foso*, ó *contra foso*, y *ante camino cubierto*. *Fuego rasante* es el que tiene su direccion orizontal, ó por una lìnea elevada de 4 á 5 pies sobre el nivel de la campaña: tal es el fuego que se hace desde el parapeto del camino cubierto, y el del cuerpo de la plaza para la defensa de las obras exteriores. La explicacion de los demas términos necesarios para facilitar la inteligencia de las fortificaciones se dará segun vayan ocurriendo.

CAPITULO I.

QUE COMPRENDE LAS OBSERVAciones sobre la disposicion de las partes que componen el recinto de las fortalezas.

92 Siempre que dos partes del recinto de una plaza estan dispuestas de suerte que los tiros de fusil y cañon que salen de la una para defender la otra, puedan herir de lado ó por la espalda al enemigo que se acerca á ella, se dice que la segunda parte está *flanqueada* ó *defendida* por la primera, pues la expresion *flanquear* significa lo mismo que defender. Asì si los soldados puestos en los flancos GFDE figura 1ª pueden descubrir el flanco ó lado de los que ataquen la cortina EF y las caras CD y GH, estas diferentes lìneas estàn flanqueadas por los flancos GF y DE.

93 La defensa de lado es la mas ventajosa en la fortificacion é infinitamente preferible á la directa que es propia de cada obra, pues ámas de ser fácil el cubrirse de los tiros de frente, puede demostrarse que si una plaza no tuviese otra defensa que la directa, es decir que no hubiese en ella obras abanzadas para flanquearse recìprocamente, el extremo exterior del

del muro no seria defendido de parte alguna: pues suponiendo que ADC fig. 3ª. es el perfil de una porcion de esta especie de muro, el soldado puesto sobre la banqueta en A no descubrirá la campaña hasta el punto B donde termina la direccion del parapeto: de suerte que ni el extremo C del revestimiento, ni la distancia CB pueden ser defendidos desde A. Si todos los lados del recinto formasen ángulos salientes, no podrian defenderse los lados recíprocamente, y siempre quedaria al rededor de la plaza, un espacio cuya latitud seria igual á CB, en donde el enemigo estaria á cubierto del fuego de los defensores.

94 Si se supone que los lados del recinto formen alternativamente ángulos salientes y entrantes, no siendo estos muy agudos ni muy obtusos, las partes salientes podràn ser defendidas por las entrantes; pero asimismo habrá delante de los ángulos entrantes un espacio, que por no ser visto de parte alguna del recinto quedará sin defensa. Este espacio será menor si el àngulo fuere recto, y crecerá á proporcion que fuere menor el obtuso y la muralla mas elevada. Para poder formar idea de la magnitud del referido espacio, es preciso concebir dos rectas respectivamente paralelas á los lados que forman el ángulo entrante, á la distancia del pie del revestimiento señalada por

la prolongacion del declivio del parapeto. Si el ángulo entrante es recto, alargando las referidas paralelas hasta sus lados, formarán un quadrado, cuyo lado será igual á la anchura del terreno que no puede descubrirse desde el parapeto; pero quando el ángulo entrante es agudo ú obtuso, el espacio comprendido por las paralelas, tendrá la figura de un rombo de la misma latitud y mayor base que el quadrado: por consiguiente será mayor su superficie.

95 El ángulo entrante se llama *àngulo muerto* en terminos de fortificacion, y solo se admite en obras de tierra de corta elevacion, en donde ciertas circunstancias pueden hacerlo menos defectuoso que en un recinto construido regularmente segun las mejores máxîmas. De estas observaciones se infiere, que una fortificacion, cuyos lados no formasen sino ángulos salientes, seria de poca resistencia, y por consiguiente para hacer buena defensa se requieren obras mas obanzadas hacia la campaña que los lados del recinto.

CAPITULO II.

QUE COMPRENDE LAS MAXIMAS O *principios de la fortificacion.*

ARTICULO I.

DE LAS MAXIMAS ESENCIALES.

96 En el recinto de una plaza no debe haber parte alguna que no sea vista y defendida de otra con defensa lateral ó de reves, y tanto las partes que flanquean, como los flancos, se han de aumentar quanto se pueda sin causar perjuicio à las demas. La distancia entre las partes flanqueantes y flanqueadas debe proporcionarse al alcance de aquellas armas de que se hace uso para la defensa : esto es que el ángulo flanqueado C fig. 1ª. y la cara CD, han de poder defenderse con los tiros del fusil ó cañon que salgan del flanco GF , porque es evidente que si la línea de la defensa CF fuese mayor qne el alcance del cañon , ni con este ni con el fusil se defenderia el punto C, aun que se descubriese desde el flanco GF.

97 Han sido diversas las opiniones de los autores sobre la longitud de la línea de defensa. Unos querian que se arreglase al alcance del

ca-

cañon , porque de esta suerte se necesitan menos baluartes para fortificar un recinto, y es mucho menos el gasto. Otros juzgaban que debian proporcionarse al alcance del fusil , porque á mas de ser muy inciertos los tiros de cañon , si llega á desmontarse es menester mucho tiempo para ponerlo otra vez en estado de servicio, y durante esta operacion queda inútil el flanco. Esta es la opinion que se ha adoptado generalmente y muy fundada , pues determinada la lìnea de la defensa por el alcance del fusil , puede tambien hacerse uso del cañon; pero no al contrario. Debiendo pues proporcionarse la línea de la defensa al alcance del fusil, y manifestando la experiencia que los tiros de punto en blanco alcanzan desde 120 á 150 toesas , podrá fixarse entre estos dos términos la longitud de aquella lìnea.

98 Las obras que se construyen para la defensa han de ser á prueba de cañon, por ser esta arma la principal con que se atacan las plazas : de aquí se infiere que si los parapetos son de tierra de buena calidad , podrá dárseles 18 pies de grueso y 22 si es arenisca ; pero si se construyen de mamposteria será suficiente grueso el de 8 à 9 pies.

99 Las fortificaciones de una plaza deben descubrir y dominar toda la campaña vecina hasta el alcance del cañon. Dominacion es la ele-

elevacion de un terreno respecto á otro mas baxo. Se dice simple quando la altura que domina tiene $9\frac{1}{2}$ pies mas de elevacion que el parage dominado : doble quando tiene 18 : triple si tiene 27 , y así de los demas siguiendo el mismo órden. La dominacion es de tres maneras: de reves , de frente y de enfilada. La primera es quando desde una eminencia que domina una obra se puede ofender por la espalda á los que la defienden, y es la dominacion mas peligrosa. La segunda quando solo pueden batirse de frente los defensores. Y la tercera quando se les puede incomodar por el costado. Es manifiesta la ventaja de que la plaza domine toda la campaña vecina hasta la distancia de 1160 á 1200 toesas , que puede considerarse como el alcance medio del cañon , por cuya razon se ha de procurar que en todo este espacio no haya altura ni profundidad alguna de que pueda aprovecharse el enemigo para colocar baterías, y adelantar sus trabajos á cubierto del fuego de la plaza. Quando se ofrecen inconvenientes en disponer el terreno del modo mas favorable á la defensa , suelen ocuparse los puestos ventajosos con algunos reductos ù otras obras que mas se adapten á su situacion y objeto : tambien se construyen dentro de la plaza espaldones ó traveses para evitar la enfilada de las alturas que la dominan.

ARTI-

ARTICULO II.

DE LAS MAXIMAS ACCESORIAS

100 A Las quatro máxîmas generales explicadas, se añaden las siguientes que son como accesorias, y deben observarse cuidadosamente siempre que lo permitan las circunstancias. La defensa debe ser tan directa como se pueda: esto es que los flancos han de disponerse de suerte que los fuegos que salen de ellos para defender las caras de los baluartes opuestos, tengan la menor obliqüedad posible, pues la experiencia ha hecho conocer que los soldados tiran maquinalmente contra los objetos que se les presentan de frente, sin variar la direccion quando es necesario para el mejor acierto. Siguiendo pues esta máxîma será conveniente que el flanco forme un àngulo algo obtuso con la cortina, y podrá determinarse de 100 grados.

101 Las partes destinadas principalmente á la defensa como los flancos, no deben quedar demasiadamente expuestas á los tiros del enemigo. La plaza ha de estar igualmente fortificada por todas partes, pues si hubiese alguna sin la defensa correspondiente, se aprovecharia de ella el enemigo para facilitar la rendi-

dicion , sin que lo estorvase la ventajosa construccion de los demas frentes. Los baluartes deben ser capaces de contener suficiente número de defensores , y así es necesario que se proporcione su magnitud al de 500 ó 600 , que es el que determina el Mariscal de *Vauban* para cada baluarte de una plaza fortificada.

102 Aunque no es fácil , ni de mucha importancia poder dar reglas ciertas para fixar la proporcion exâcta que deben tener entre sí las diferentes líneas de una fortificacion, pues algunas toesas mas ó menos no producirán efecto sensible en órden á sus ventajas , sin embargo como este tratado es elemental , se establecerán aquellos principios generales á que ha de arreglarse la magnitud y posicion de todas las partes , siguiendo la práctica comunmente recibida por los mas célebres Yngenieros.

ARTICULO III.

DE LA MAGNITUD DE LAS LINEAS y ángulos de los baluartes, y su posicion respectiva.

DEL FLANCO.

103 LA menor longitud del flanco debe ser de 20 toesas y puede aumentarse hasta 30. La magnitud del flanco se determina por las partes que ha de defender ó por la capacidad del terreno en que puede colocarse el enemigo para arruinarlo, y así descubriéndose el flanco FG fig. 1ª. desde la parte superior de la explanada *mn* comprendida entre la prolongacion de la cara CD del baluarte ABCDE y la opuesta del camino cubierto, es necesario que el flanco sea igual con poca diferencia á este espacio, que regularmente no es menor de 19 á 20 toesas, pues la mas pequeña anchura del foso de una plaza delante del ángulo flanqueado del baluarte, es de 14 á 15, y la del camino cubierto de 5. Siendo mayor la latitud del foso, tambien lo será el flanco; pero no debe crecer tanto que resulte algun inconveniente á las demas partes, como se ha prevenido en la primera máxima, pues la ca-

ra

ra del baluarte que es la mas débil, y la línea de la defensa, podrian llegar á ser demasiado grandes, y por el contrario disminuirse mucho las semigolas y àngulo flanqueado, si fuese excesiva la longitud del flanco. A estas consideraciones puede añadirse que los flancos muy grandes son mas costosos, estrechan lo interior de la plaza, aumentan la anchura del foso delante de la cortina, y quedan mas expuestos á las baterías enemigas, por cuyas razones deben preferirse los què tienen desde 25 á 30 toesas. Mas adelante verémos que la magnitud del flanco depende generalmente del ángulo que forman los lados del polìgono sobre los quales està construido el baluarte.

DE LA SEMIGOLA.

104 Para que el baluarte sea bien proporcionado debe tener su semigola á lo menos la misma longitud que el flanco, y puede hacerse mayor si el ángulo del polígono fuere obtuso: de esta suerte quedará mas espacioso el baluarte: se podrán construir en él mejores retrincheramientos y será menos peligroso el efecto de las bombas y minas.

DE LAS CARAS.

105 Las caras deben tener á lo menos de 35 à 40 toesas de largo y pueden extenderse hasta 60 : las mas proporcionadas serán de 50. No hay en el baluarte parte mas débil y expuesta que las caras , y asì su magnitud es la menos importante , especialmente quando no tiene por objeto la defensa de algunas obras situadas fuera del foso : su posicion se determina por los ángulos diminuto y flanqueado del baluarte ; pero no deben inclinarse demasiado hacia la cortina , para que defiendan mejor la campaña , y hagan mas difíciles los ataques del enemigo.

DE LOS ANGULOS DEL BALUARTE.

106 En órden á la magnitud de los ángulos del baluarte , ya se ha dicho § 100 que el del flanco debe tener 100 grados. El flanqueado puede ser agudo , recto ú obtuso : quando es agudo nunca se hará menor de 60 grados , pues de otra suerte no tendria bastante robustez para resistir al cañon enemigo. *Errad*: el Cavallero de *Ville* y otros Yngenieros , quieren el àngulo flanqueado recto por que asì es de mayor resistencia ; pero son igualmente ventajosos los que no difieren mucho del recto, co-

mo

mo de 75, 80, 100 ó 110 grados, observando solamente que los ángulos muy obtusos aunque defienden mejor la campaña que los agudos, exponen demasiado las caras á las baterías del enemigo, por cuya razon no deben hacerse muy abiertos si no quando lo pidiese la necesidad. El ángulo de la espalda se determina por el flanqueado y el del flanco: siendo este obtuso tambien lo será el de la espalda, como se manifiesta en la figura.

DE LA DISTANCIA ENTRE LOS baluartes.

107 Los baluartes deben distar entre si quanto sea posible, pues así es menor el número de ellos, y con menos gasto se fortifica una plaza. Esta distancia se determina por la magnitud del lado interior, y la de la línea de defensa ó lado exterior.

DEL LADO INTERIOR.

108 El Cavallero de *Ville* en su tratado de las obligaciones de los Gobernadores, no se conforma con el método de los Yngenieros que se sirven de líneas imaginarias, como por exemplo del lado exterior, para determinar las líneas verdaderas de la fortificacion, exceptuando la

de

de la defensa, por ser la principal y aun la única que debe servir para arreglar las otras, y como se supone que esta línea es igual con poca diferencia al lado interior (lo que se verifica en los polígonos desde el quadrado hasta el exâgono) se sigue que la longitud de este lado puede ser de 120 á 150 toesas, especialmente en los polígonos que no pasan de ocho lados, pues en los mayores podrá tener 12 ó 15 toesas mas que la línea de defensa.

109 Estando determinados los lados interiores no se necesita mas que señalar las semigolas para tener la cortina. Aunque se ha dicho que la menor semigola debe ser de 20 toesas, sin embargo en las obras construidas por los mas famosos Yngenieros, se encuentra igual á la quinta parte del lado interior, excepto en el quadrado que se forma de la sexta parte del mismo lado. Por tanto si el lado interior del pentágono se supone de 130 toesas, tendrá 26 cada semigola y 78 la cortina. Tambien si el lado interior del quadrado es de 120 toesas, su sexta parte 20 será el valor de la semigola y quedarán 80 para la cortina. De aquí se infiere, que conociendo el lado interior y las semigolas, queda determinada la cortina, la qual debe ser bastante grande para que desde los flancos colaterales se pueda descubrir todo el pie de su revestimiento: esto es que cada flanco de-

defienda la mitad de la cortina.

110 Suponiendo que el parapeto esté elevado 24 pies sobre el nivel de la campaña, como sucede ordinariamente: que el foso sea seco y tenga 18 pies de profundidad, y finalmente que segun la práctica comun el declivio superior del parapeto sea de un pie por cada toesa ó de 3 pies en todo su grueso, se observará que teniendo el parapeto 42 pies de elevacion sobre el fondo del foso, la línea de su declivio prolongada se termine en él á la distancia de igual número de toesas, y por consiguiente la longitud de la cortina deberá ser de 84; pero puede disminuirse si los flancos están menos elevados y el foso no tiene tanta profundidad ó es de agua, como tambien levantándolo un poco hacia la mitad de la cortina, lo que no puede causar inconveniente. En este compendio se determina la longitud de la cortina de 70 á 80 toesas, suponiendo que esté en lìnea recta sin ángulos entrantes ni salientes, pues los primeros disminuyen la capacidad de la plaza, y los segundos son perjudiciales á la buena defensa del flanco.

DEL LADO EXTERIOR.

111 El Mariscal de *Vauban* y otros muchos Yngenieros se sirven del lado exterior para dar

dar valor á todas las demas lìneas de la fortificacion, y aunque determinando primero estas líneas se infiera la magnitud de aquel lado; pero como por medio de él se arregla fácilmente la disposicion de todas las partes del recinto, se exâminará brevemente qual debe ser su regular longitud, para que las otras líneas resulten de medida proporcionada.

112 Considerémos primeramente que si los ángulos diminutos BCE y FBC fig. 4 son de 18 á 20 grados, como sucede ordinariamente, y los ángulos flanqueados de 100, resultará el lado exterior próxîmamente igual á la cortina EF y á las dos caras CG y MB, y suponiendo que cada una de estas tenga 50 toesas y la cortina 80, será el lado exterior de 180. Si las caras fuesen de 60: esto es de la mayor longitud que puede admitirse, el lado exterior tendrà 200 toesas, y dando á cada una de las caras 40 y á la cortina 75, constará aquel lado de 155, que es la menor longitud que puede dársele. De aquí se sigue que la magnitud del lado exterior podrá ser de 155 hasta 200 toesas, y así quedará de medida proporcionada la línea de defensa CE, pues aunque resulte algo mayor que el alcance del fusil, quando aquel lado constase de 200 toesas, este defecto no es de conseqüencia, si el frente mira á parage de difícil acceso, como rio, laguna,

pre-

precipicio &c : y tambien puede corregirse construyendo alguna obra en el foso.

113 Los principios explicados deben mirarse como las reglas mas esenciales é importantes del arte de fortificar, cuya observancia es indispensable para la perfeccion y ventajas de la defensa. Los Yngenieros han imaginado diversos modos de disponer las partes del recinto de una plaza conforme á las máxîmas establecidas, al uso de las armas de su tiempo y al método y direccion de los ataques. Las diferentes ideas, ó construcciones que se han puesto en práctica, se llaman sistemas de fortificacion, que ordinariamente llevan el nombre de su autor. Con sola la aplicacion de los principios referidos y sin necesidad de seguir algun sistema particular, se podria delinear el recinto de una plaza, cuyos lados tuviesen las longitudes señaladas, y formasen ángulos aptos para fortificarse, ó de 90 grados; pero como esta operacion seria algo complicada para los principiantes, se enseñarà á egecutarla segun el método del Mariscal de *Vauban*, prefiriendo á los demas el sistema de este Ilustre Yngeniero, por que es de construccion simple y fácil, se ajusta con bastante exâctitud á las mejores máxîmas, y por que despues de él no ha salido á luz otro alguno que haya merecido tan general aprobacion.

CAPITULO III.

QUE COMPRENDE LA DELINEACION de las obras esenciales de una plaza y varias reflexîones sobre cada una.

114 LA figura de la plaza que ha de fortificarse puede ser regular ó irregular. Si es regular tambien lo será su fortificacion : esto es todos los lados tendrán una misma defensa , y por consiguiente las caras , flancos , cortinas, ángulos flanqueados &c. serán iguales. Pero si la figura fuere irregular , las partes semejantes de cada uno de los lados no tendrán la misma magnitud , y así estas partes como los ángulos correspondientes serán desiguales. Se tratará primeramente de la fortificacion regular y despues se establecerán las reglas y máxîmas generales á que debe ajustarse la irregular.

ARTICULO I.

DE LA LINEA MAGISTRAL DEL recinto de una plaza.

115 Con qualquiera radido AB fig. 4 descríbase un semicírculo en el qual se inscribirá el polìgono que se quiera, por exemplo el semiexâgono RCBP: sobre la mitad de la recta BC levántese la perpendicular IO, haciéndola igual á la octava parte del lado BC, si el polígono es un quadrado: à la séptima si es pentágono, y á la sexta si es exâgono ó de mayor número de lados: por los extremos B, C del lado BC y por el punto O tìrense las lìneas de defensa BO, CO prolongadas indeterminadamente: tómense las dos séptimas partes del lado BC, y con esta distancia se determinarán desde B y C los puntos M y G sobre las líneas de defensa, y se tendrán las caras BM, CG: con el intérvalo GM haciendo centro en G descríbase el arco ME que cortará á la línea de defensa en el punto E: con el mismo intérvalo y el centro M se formará el arco GF para tener el punto F sobre la otra lìnea de defensa: tìrense las rectas ME, GF, EF que serán los dos flancos y la cortina, y de esta suerte quedarà delineada la magistral que corres-

M2 pon-

ponde á un frente , y haciendo la misma operacion en los demas se tendrá la de todo el exágono.

116 El Mariscal de *Vauban* á cuyo sistema es conforme esta construccion , se sirve del lado BC para escala del plano , y le supone siempre de 180 toesas. Para formar esta escala , y dividirla en partes proporcionadas al uso que puede hacerse de ella en la delineacion del plano , se tira una línea indefinida , sobre la qual se tomará *ab* igual á BC , y se dividirá por medio en *c* , sobre cuyo punto se escribirá 90, y 180 encima de *b* : divídase la mitad *ac* en tres partes iguales *ad* , *de* , *ec* , cada una de las quales valdrá 30 toesas , y así se escribirá 30 en *d* y 60 en *e* : dividiendo tambien *ad* en otras tres iguales , valdrá 10 toesas cada parte *af* , la qual dividida por medio , será *as* de 5 toesas : y últimamente si *as* se divide en cinco partes iguales , cada una valdrá una toesa, y de esta suerte quedarán en la escala *ab* señaladas las divisiones necesarias para la fortificacion del plano.

117 Habiendo de hacer uso de esta escala en la delineacion de la figura 4. se tomarán $22\frac{1}{2}$ toesas (octava parte de BC) para determinar la perpendicular IO en el quadrado : $25\frac{5}{7}$ (séptima parte de BC) en el pentágono , y 30 (sexta parte de BC) en el exágono ó en qualquie-

quier otro polígono de mayor número de lados. Las caras BM y CG se harán en todos los polìgonos de 50 toesas, que son próxîmamente los $\frac{2}{7}$ de 180 ó del lado BC.

118 El valor de todas estas líneas y de las demas que son necesarias para delinear la magistral del recinto de una plaza regular, segun el sistema del Mariscal de *Vauban*, desde el quadrado hasta el duodecágono se expresa en la tabla siguiente.

	Del quadrado. toesas.	*Del pentágono. toesas.*	*Del exágono. toesas.*
Lado exterior	180	180	180
Perpendicular	$22\frac{1}{2}$	$25\frac{5}{7}$	30
Cara.	50	50	50
Radio.	127	$153\frac{1}{2}$	280

Radios.	Del eptágono. . ..	$206\frac{1}{2}$
	Del octágono. . .	$234\frac{1}{2}$
	Del nonágono. . .	$262\frac{1}{3}$
	Del decágono. . . .	291
	Del undecàgono. . .	314
	Del duodecágono. .	$346\frac{2}{3}$

ARTICULO II.

DEL TERRAPLEN Y PARAPETO.

119 Formada la escala como se ha enseñado y delineada la magistral, se le tirará una paralela á tres toesas de distancia por là parte interior de la plaza, y quedará señalado el grueso del parapeto: á seis toesas de esta lìnea tírese otra paralela, la qual determinará la anchura superior del terraplen: asímismo á $4\frac{1}{2}$ toesas de esta última se tirarà otra paralela, que determinará la base del declivio interior del terraplen. Para representar la base de la escarpa se tira una paralela á la magistral por la parte exterior, à 5 ó 6 pies de distancia, y para indicar la banqueta se tirará otra paralela á la lìnea interior del parapeto 3 pies distante hacia la plaza. Debe observarse que la base del declivio de la escarpa y la banqueta no pueden señalarse con exáctitud, sino en los planos que se construyen con escala grande: en los que son reducidos, ordinariamente se expresan con dos líneas respectivamente paralelas á la magistral y al lado interior del parapeto, y quando estas lìneas no se manifiestan se deben suponer.

120 Quando la línea que termina la latitud

tud del terraplen se hace correr paralela á los flancos y caras del baluarte , deja en medio de este un espacio vacio , en cuyo caso se llama baluarte vacio , y el espacio que queda suele ocuparse con algun almacen de pólvora como I fig. 1ª , ú otros edificios para municiones de guerra y boca. El centro de los baluartes vacios pareció siempre al Mariscal de *Vauban* el lugar mas conveniente para establecer los almacenes de pólvora , pues asì no pueden ser vistos de la campaña y quedan menos expuestos á volarse por algun accidente ; pero otros Yngenieros son de sentir , que se coloquen detras del terraplen de las cortinas , á fin de conservar el vacio de los baluartes para algunas obras necesarias á la mejor defensa.

121 Si el terraplen de las cortinas se prolonga hasta encontrarse delante de la gola , sin que se haga seguir paralelo à los flancos y caras , el baluarte será lleno. Sobre los baluartes llenos suelen construirse obras como L de su misma figura y se llaman *Cavalleros* : tienen parapeto y algunas veces revestimiento de la misma suerte que las demas obras : su altura sobre el baluarte se determina con relacion al fin para que se establecen : el parapeto de sus flancos se hace paralelo á los del baluarte y à quatro toesas de distancia : tambien son paralelas las caras respectivas del cavallero y baluarte, distan-

tando entre sì tres toesas. El objeto ordinario de los cavalleros es cubrir la plaza de alguna altura que la domina , y aumentar el fuego del baluarte , á cuyo fin se hacen cañoneras en sus caras y flancos ; pero estas ventajas no están sin el inconveniente de quedar ocupado enteramente el baluarte y no poderse hacer en él otras obras que conducen á su mejor defensa. Por esta razon en algunas plazas se construyen los cavalleros en figura circular como L fig. 5 dirijiendo hacia la campaña su parte convexâ , y asì queda el baluarte desenbarazado ; pero entonces no puede servir el cavallero con la misma ventaja para la defensa del foso , porque no le descubre tambien como el antecedente. Debaxo de los cavalleros suelen construirse algunas obras subterráneas que pueden servir para panadería , y tambien para que la guarnicion se ponga á cubierto de las bombas en tiempo de sitio.

122 Son varios los pareceres de los Yngenieros en órden à las ventajas de una y otra especie de baluartes , *Errad* , *el Conde de Pagan* y otros muchos dan la preferencia á los vacios : 1°. porque son mas propios para almacenes de pólvora : 2°. porque ofrecen mayor facilidad para buscar al minador enemigo y embarazar el efecto de sus operaciones : 3°. porque pueden hacerse mejores atrincheramientos

ó

ó cortaduras y trabajarlas á cubierto, lo que no sucede en los baluartes llenos, en donde ordinariamente solo hay proporcion para formar un parapeto simple en ángulo entrante, que no puede servir sino para capitular. El *Cavallero de Ville*: el célebre *Coehorn*: el Cavallero de *S. Julian* y otros, tienen por mas ventajosos los baluartes llenos, pues en estos pueden construirse cavalleros, excelentes subterràneos á prueba, y resisten mejor á las baterías del enemigo. En medio de estas opiniones, la cantidad de las tierras que se tiene á mano es la que parece debe determinar si los baluartes han de hacerse llenos ó vacios, pues quando la que se saca de los fosos no es suficiente para llenarlos, el demasiado costo que tendria traerla desde lejos, es motivo poderoso para que queden vacios. Si la gola es pequeña, y hay bastante tierra ó es necesario aumentar la resistencia del baluarte contra alguna dominacion, se hará el baluarte lleno.

123 En los ángulos flanqueados de los baluartes suelen formarse pequeñas elevaciones de tierra para colocar sobre ellas algunos cañones, y se llaman baterías *á barbeta*, à cuyo fin el plano de la baterìa á barbeta se eleva hasta dejar al parapeto con $2\frac{1}{2}$ pies de altura para que el cañon no lo maltrate. Las caras de estas baterías tienen 6 toesas de longitud desde el án-

gulo flanqueado hacia cada uno de sus lados.

124 Las *garitas* son unas pequeñas torres de madera ó de mampostería de figura circular, pentagonal ó exâgonal, con aspilleras ó ventanillas en todos sus frentes, las quales se colocan en los ángulos flanqueados y de la espalda del baluarte, para que las centinelas descubran el foso é inmediaciones de la plaza: su regular latitud es de $4\frac{1}{2}$ pies. Para la comunicacion del terraplen con las garitas, se abre en el parapeto un pasadizo de 3 pies de ancho.

125 Desde la plaza se sube al terraplen por rampas construidas obliquamente en el declivio interior. Quando el baluarte es lleno se hacen dos rampas *o*, P fig. 1ª. delante de su gola, y quando es vacio se forman en el declivio del terraplen de los flancos. Para construir las rampas en las golas de los baluartes llenos, se tirará á distancia de 10 á 12 pies, una paralela indefinida *r b* á la lìnea *a i* que termina el declivio del terraplen: tómense desde *r* hasta *o* 18 ó 20 toesas, y desde *o* tírese la *o c* al vértice del ángulo imaginario que forma el terraplen en la gola: á distancia de 10 á 12 pies de esta lìnea se le tirará la paralela *e d* que se terminará en las líneas superior é inferior del declivio, con cuya operacion quedará delineada la rampa *o e d c*. Lo mismo se practi-

ca-

cará en la otra parte.

126 Para hacer las rampas en los baluartes vacios se tomará *i g* de 10 á 12 pies sobre la prolongacion de la línea *a i* : desde el punto g tírese la *g f* al vértice *f* del ángulo que forma el terraplen en la espalda, y desde *i* la *i h* paralela á *g f* , y se tendrá la rampa *i g f h*. La misma operacion se practica en el declivio del terraplen del otro flanco. Para manifestar las comunes secciones de los diferentes planos que forman el declivio del terraplen , se tiran en todos sus ángulos lìneas delgadas que unen las que terminan su latitud superior y declivio.

ARTICULO III.

DEL FOSO Y CAMINO CUBIERTO.

127 PAra delinear el foso se toman de la escala 18 ó 20 toesas y haciendo centro en el àngulo flanqueado D fig. 5 se describe con este intérvalo el arco EF y con el mismo desde el ángulo flanqueado G el arco HY : pòr el vértice del ángulo de la espalda K tìrose la KE tangente al arco EF : lo mismo se practicará desde el ángulo O con el arco YH : estas dos líneas se cortarán en un punto M que será el vértice del

ángulo entrante EMY de la contraescarpa : haciendo igual operacion por todos los frentes del recinto , se tendrá delineado el foso. Las líneas EK , YO no deben pasar del punto M en que se cortan : este punto se halla en la perpendicular levantada sobre la mitad del lado GD. Debe observarse que segun esta construccion queda el foso defendido en toda su extension por los flancos de los baluartes , pues alineando la contraescarpa con los àngulos de la espalda , no hay parte alguna en él que dexe de descubrirse de uno ó dos flancos , como puede comprenderse fácilmente.

128 Si la contraescarpa se dirijiese á un punto del flanco 7 ú 8 toesas distante del ángulo de la espalda , es claro que esta porcion del flanco seria inútil para la defensa del foso y cara del baluarte. Aun al parecer seria ventajoso á la defensa , el foso muy ancho y profundo , por las dificultades que tendria en pasarle el enemigo : sin embargo fuera del excesivo costo de la excavacion y transporte de tierras , ofreceria otros graves inconvenientes semejante construccion , pues siendo el foso muy ancho quedaria demasiado descubierta la muralla desde la campaña , y siendo muy profundo no lo defenderian bien los flancos , particularmente si estubiese seco. La anchura y profundidad del foso se arreglan por la cantidad de tierras necesaria para

los

los terraplenes y demas obras, observando sin embargo en órden á la latitud, que el soldado puesto sobre la banqueta descubra la parte superior de la contraescarpa opuesta, y por lo que toca á la profundidad deberá ser de 15, 16 ó 18 pies.

129 Para delinear el camino cubierto se tirarán paralelas á la contraescarpa á 6 toesas de distancia hacia la campaña, las quales determinarán la latitud, manifestando el lado interior de su parapeto. En todos los ángulos entrantes P se construyen plazas de armas, para lo qual con el intérvalo de 15 toesas, haciendo centro en P, se señalan los puntos A, C, y las PA, PC se llaman semigolas de la plaza de armas: desde los puntos A, C con el intérvalo de 20 toesas descríbanse dos arcos que se cortarán en B, y tirando las BC y BA serán estas las caras de la plaza de armas ABC. Lo mismo se practicará en los demas ángulos entrantes del camino cubierto. Las semigolas de las plazas de armas no se manifiestan despues que se ha delineado el plano, y solo sirven para la construccion de estas.

130 En la construccion de las plazas de armas debe atenderse, á que los ángulos formados por sus caras y los lados del camino cubierto sean siempre de 105 ó $116\frac{2}{3}$ grados, para que se puedan defender los ángulos salientes

sin

sin necesidad de dirigir los fuegos obliquamente. Los traveses ó cortaduras del camino cubierto se construyen en los ángulos entrantes baxando desde los extremos C, A de las caras de las plazas de armas las perpendiculares C*a*, A*b* sobre la contraescarpa, y tirando paralelas á estas lìneas á 3 toesas de distancia. Los traveses de las plazas de armas formadas en los ángulos salientes por la curvatura de la contraescarpa, se colocan en la direccion señalada por las caras del baluarte prolongadas, y quando el àngulo flanqueado es muy obtuso, se hace el traves perpendicular á la contraescarpa, en el punto que determina la direccion de la cara del baluarte. A este efecto quando los ángulos entrantes del camino cubierto, en los quales han de construirse plazas de armas, son muy agudos, se aumentarán las semigolas á fin de que las caras formen á lo menos ángulos rectos con el lado interior del camino cubierto. Para seguir un método fixo en esta operacion, se dividirán por medio los ángulos entrantes y tomando 20 ó 25 toesas en la recta que los divide, desde los puntos señalados se baxarán perpendiculares sobre los lados del camino cubierto y se tendrán las caras de las plazas de armas.

131 Para que quede libre la comunicacion por todo el camino cubierto se deja un paso de 3 á 4 pies de ancho entre su parapeto y

los

los traveses, como se manifiesta en la misma figura, en la qual se representa asimismo la banqueta, que debe correr por todo el camino cubierto, plazas de armas y traveses. Como el enemigo ataca regularmeate el camino eubierto por los ángulos salientes, luego que los defensores se ven precisados á abandonarlos, se retiran detras de los traveses inmediatos, desde donde pueden continuar el fuego á cubierto, pues á este fin se hacen con declivio en la parte superior hacia los ángulos salientes. En toda la longitud de la banqueta del camino cubierto, plazas de armas y traveses se planta una fila de estacas.

132 Para determinar la explanada ó el parapeto del camino cubierto, se tiran à su lado interior las paralelas NB, BQ &c. á 20 ó 25 toesas de distancia. A una y otra parte de los ángulos entrantes B de la explanada se toman las B*d*, B*e* de 15 toesas, y haciendo centro en los puntos *d*, *e* se describirán con el intervalo de 20 toesas dos arcos que se cortarán en *f*: tírense las *ef*, *fd* y haciendo lo mismo en los demas ángulos entrantes, quedará delineada la explanada. Esta operacion se hace mas sencillamente tirando paralelas á las caras de las plazas de armas, á la misma distancia que las que se han tirado á los lados del camino cubierto. Despues se juntan los àngulos del camino cubierto con

los

los correspondientes de la explanada por las líneas NR , *e*A , *f*B , *d*C , QS las quales manifiestan los ángulos que forman los diversos planos que componen la explanada, y se llaman *aristas.*

133 En medio de cada una de las caras de todas las plazas de armas construidas en los ángulos entrantes de la contraescarpa , se dexa un paso ó surtida de 7 á 8 pies de latitud para que la tropa pueda salir ó retirarse y se cierra con fuerte rastrillo. El paso V por donde se sale desde la plaza á la campaña se hace de 10 á 12 pies de ancho y en direccion curva para precaverlo de la enfilada , y que pueda tener uso libre en tiempo de sitio. Muchas veces se dexan tambien surtidas en las alas del camino cubierto ; pero nunca en las plazas de armas de los ángulos salientes , porque estarian demasiado expuestas á la vista del enemigo.

134 Para la libre comunicacion de la campaña se construyen en el foso puentes como Q fig. 4 dirigiéndolos á una de sus puertas colocada en medio de la cortina ST como ordinariamente se hace, por ser esta la parte del recinto menos susceptible de ataque, pues está defendida por el fuego de los dos flancos colaterales TV , SZ. Los puentes se establecen sobre pilares de piedra ó madera y su altura se determina por la profundidad del foso. En cada uno

de

de ellos se distinguen dos partes que son puente *durmiente* ó estable y puente *levadizo*. Se dice puente durmiente á la parte Q que corre desde la contraescarpa hasta la distancia de 12 á 15 pies de la muralla, cuyo espacio se ocupa con el puente levadizo, llamado asì porque se levanta y baxa quando se quiere para cortar la comunicacion con la plaza. La latitud del puente estable es ordinariamente de 14 á 15 pies.

135 Entre las diferentes especies de puentes levadizos, los que se usan mas ordinariamente son de dos maneras: puentes *à basculè* y puentes de *flechas*. Los primeros están unidos á un contrapeso que tiene su movimiento en un aposento subterráneo situado debaxo de la puerta y se llama caxa del basculé: baxando el contrapeso se levanta el puente y cubre la puerta. Los puentes de flechas son los que se mueven por medio de dos maderos suspendidos en lo alto de la puerta, y en cuya extremidad exterior hay dos cadenas á que està atado el puente por la parte que descansa sobre el durmiente. Estos dos maderos se llaman flechas y de su extremo interior cuelgan otras dos cadenas que sirven para levantar el puente y cerrar con él la puerta. Quando el puente durmiente tiene 20 ó 30 toesas de longitud se pone en medio de él otro puente levadizo para mayor pre-

O cau-

caucion contra la sorpresa. A la cabeza de los puentes estables hácia la campaña se hace una barrera ó puerta de dos ojas formadas con barras ó estacas de madera separadas entre sí, de 7 pies de longitud y de 5 á 6 pulgadas de grueso.

136 Para entrar en las plazas se construyen las puertas debaxo del terraplen, haciendo un cañon de bóveda que le atraviesa directamente. En medio de la entrada suele ponerse el órgano, que es una barrera compuesta de largas y gruesas estacas atadas con cuerdas à un torno, que sirve para levantarlas y dejarlas caer ó para abrir y cerrar el paso segun convenga. Estando estas estacas separadas no importa que una ú otra sea detenida por algun obstáculo, pues caen las demas y no dejan libre la entrada: sirven los órganos para cerrar prontamente el paso al enemigo quando intenta forzar la plaza por sorpresa. Al lado de las puertas de la plaza se construyen alojamientos para los oficiales y soldados que están de guardia, y en lo interior de ella al pie del terraplen se situan los quarteles para la guarnicion. Plaza de armas se llama aquel lugar donde se juntan las tropas para las diferentes operaciones del servicio.

137 Habiéndose supuesto para la delineacion del recinto de una plaza, el conocimiento

to del lado exterior BC fig. 4 : la perpendicular IO : la cara del baluarte : el ángulo del centro y el de la circunferencia , se podrá encontrar el valor de las líneas y ángulos restantes por trigonometrìa , resolviendo los triángulos que pueden formarse con dichos datos y los que se buscan. Tambien podrán determinarse las lìneas no conocidas valiéndose de escala formada sobre el lado exterior , y los ángulos con semicírculo graduado : el primer método es mas exâcto ; pero el último por su mayor brevedad podrá estimarse preferente al primero , quando sea de bastante extension la escala del plano que se exâmine.

ARTICULO IV.

DEL FLANCO CURVO RETIRADO y orejon.

138 Siendo el flanco la parte mas esencial del recinto de una plaza , se ha procurado aumentar su solidez y defensa , poniéndolo á cubierto de las baterías del sitiador. Para conseguir tan importante objeto , cada autor ha tenido sus ideas particulares. Las del Mariscal de *Vauban* , cuya construccion darémos, consisten en hacer cóncava una parte del flanco , retirán-

dola dentro del baluarte y cubriéndola con la otra redondeada en figura de semicírculo, á que se da el nombre de *orejon*, y al flanco construido de esta forma, *flanco retirado* con orejon.

139 Delineada la magistral del recinto divídase el flanco O *g* fig. 5 en tres partes iguales, y sobre la mitad de la tercera parte *ob* se levantará la perpendicular indeterminada *i*J à la qual encontrará en el punto J otra perpendicular OJ levantada sobre la cara DO en su extremo O: desde el punto J como centro y con el intérvalo JO igual J*b* se describirá el arco O*ib* y se tendrá delineado el orejon O*b*. Por el punto G vértice del ángulo flanqueado del baluarte opuesto y el punto *b*, se tirará la recta G*bm* tomando la parte *bm* de 7 toesas, la qual se llama *contrabondidura*, ó reves del orejon: tómese *g p* de 5 toesas en la prolongacion de la lìnea de defensa G*g* y desde los puntos *p*, *m* como centros con el intérvalo *pm* se describirán dos arcos que se cortarán en el punto *q*: desde este punto descríbase el arco *mp* y se tendrá delineado el flanco curvo retirado. Haciendo lo mismo en todos los demas flancos estará el recinto compuesto de baluartes con flancos curvos y orejones. Tambien puede construirse el orejon describiendo un semicìrculo sobre la línea *ob* tomada como diámetro. La base ó diámetro del orejon debe ser á lo menos de 6

á

à 7 toesas para que pueda resirtir al cañon, y así en los flancos de menor longitud que 18 ó 20 toesas, no puede construirse, porque seria demasiado débil.

140 Segun la construccion del reves *bm* del orejon, una porcion *m* del flanco no puede ser vista del camino cubierto opuesto, y por consiguiente el cañon que allí se conserva, solo puede desmontarlo el enemigo con bombas, cuyo efecto es muy incierto en tan pequeño objeto. Este cañon es muy importante para defender el paso del foso de la cara del baluarte opuesto: retardar los trabajos del enemigo: inquietarlo y hacer muy peligrosa la subida á la brecha, que regularmente se abre hacia la mitad de la cara del baluarte.

141 En el extremo *p* del flanco se construye tambien una cañonera que el enemigo no puede destruir fácilmente, y sirve para defender el camino cubierto que corresponde enfrente del ángulo flanqueado opuesto, y del entrante de la contraescarpa. En lo restante del flanco se hacen tantas cañoneras como lo permite su longitud, distantes entre sí 15 pies de centro á centro.

142 Aunque los flancos retirados ocasionan mayor gasto que los otros, sin embargo son tan conocidas sus ventajas y utilidad, que muchos Yngenieros opinan que no hay plaza

bien

bien fortificada si carece de estos flancos, y que los rectos solo deben emplearse en los fuertes de campaña, ó en aquellas obras de tierra con que se fortifican diferentes puestos, cuyo uso es momentáneo. Las líneas que terminan el parapeto y terraplen del flanco retirado, son arcos de cìrculo cuyo centro *q* es el mismo que el del flanco. Para describir el lado interior del parapeto, se dan 3 toesas mas de longitud al radio *q p* : 9 toesas mas para la latitud del terraplen y 12 para la base de su declivio. El parapeto del orejon se hace en lìnea recta paralela á *o b*, y 3 toesas distante de ella. En el reves del orejon *b m* no se construye parapeto, pues seria contra la plaza; mas para evitar el riesgo de caer en el foso, se pone un muro sencillo de mampostería de 3 pies de grueso. La prolongacion *g p* de la cortina se llama *brisura* ù *hondidura*.

143 Los flancos retirados pueden tambien construirse en línea recta; pero son mas ventajosos los curvos, pues á mas de aumentarse asì su longitud de algunos pies, descubren mejor la cara, foso y camino cubierto opuestos. La parte exterior del orejon puede igualmente terminarse en lìnea recta, y entonces se llama *espalda*; pero se prefiere su construccion en figura curva, pues de este modo es mas difícil arruinarlo, por la menor inpresion que hacen las ba-

balas en la curvatura.

144 En el reves del orejon se construyen surtidas secretas á que llaman *poternas* para salir al foso y pasar á las obras exteriores, á cuyo efecto se hacen bóvedas subterráneas por debaxo del terraplen. Quando el flanco no tiene orejon ó espalda, se construyen las poternas al extremo de las cortinas. Antiguamente se construian en el terraplen del flanco retirado bóvedas subterráneas con aberturas en el revestimiento para el uso del cañon, y se llamaban *casamatas*; pero habiéndose reconocido la intolerable incomodidad que producia el humo, y la prontitud con que eran arruinadas por las bombas, han sido desaprobadas generalmente. Tambien se dió el nombre de casamata ó plaza baxa, á una especie de flancos que los Yngenieros antiguos construian paralelos al flanco retirado, al pie de su revestimiento y cubiertos por el orejon ó espalda, siendo su objeto doblar el fuego del flanco sin estar expuesto á las incomodidades del humo.

ARTICULO V.

DEL TENAZON, CAPONERA Y cuneta en el foso.

145 EL *tenazon ó tenallon* es una obra que se construye sobre las lìneas de defensa delante de las cortinas, cuyo plano se eleva hasta el nivel de la campaña, quedando algunas veces dos ó tres pies mas baxo, con su parapeto y una ó dos banquetas. Sirve el tenazon para aumentar la defensa del foso, pues su fuego por mas rasante y á menor distancia que el de los flancos de la plaza, es de mayor efecto. Algunas veces se construye con flancos, y entonces se llama tenazon doble como el que se representa por QRSTVX fig. 1ª.; pero quando no los tiene como ABC fig. 2 se llama tenazon simple. El Mariscal de *Vauban* inventor de los tenazones, prefiere los simples á los dobles, sinembargo de que en los primeros es su fuego muy obliquo, porque los flancos de los segundos pueden ser enfilados desde el revellin, de cuya obra hablarèmos quando se trate de las exteriores.

146 Para delinear el tenazon con flancos fig. 1ª. tìrese la lìnea *v* W paralela á la cortina FE tres toesas distante de su revestimiento

y las WQ , vX paralelas á los flancos ED , FG á distancia de 5 toesas. Tómense desde el punto Z vértice del ángulo de la tenaza , sobre las líneas de defensa , las partes ZR , ZV mitades de las ZD , ZG , y desde los puntos R , V báxense las RS , VT perpendiculares á las expresadas lìneas de defensa , que serán los flancos del tenazon y las QR , VX sus caras. Delineada la magistral QRSTVX del tenazon , se tirarán paralelas á tres toesas de distancia para señalar el grueso del parapeto. Al terraplen de las caras y flancos se le dan 6 toesas de latitud , y el de la cortina quedarà determinado por la recta vW que debe distar á lo menos tres toesas del lado interior del parapeto , pues si no resultase esta anchura para el terraplen de la cortina , se retiraria hacia fuera el parapeto aunque produgese alguna disminucion en la longitud de los flancos. La banqueta del tenazon es como la del recinto principal , aunque delante de las caras se construye una sobre otra , porque su parapeto se hace algo mas elevado para que pueda cubrir mejor los flancos. Esta obra suele dividirse en dos partes por el pequeño foso $r\ t$ construido en medio de la cortina , y para conservar la comunicacion se hace un puente.

147 Para delinear el tenazon simple tìrese la recta DE fig. 2 paralela á la cortina FG á distancia de tres toesas , como en el tenazon

 do-

doble y las AD , CE paralelas á los flancos FH , GI distantes de ellos cinco toesas. Las partes AB , BC de las lineas de defensa formarán la magistral del tenazon simple, cuyo parapeto se construye tirando paralelas á la magistral AB, BC distante de ella tres toesas por la parte interior , y para el terraplen se tirarán las *ab* , *bd* paralelas al lado interior del parapeto , distantes de él seis toesas , en cuya forma quedará terminada esta obra por las líneas *a*A , AB , BC, C*d* , *bd* , *ab* y dividida en dos partes con el pequeño foso B*b* como el tenazon doble.

148 Aunque los tenazones se construyen ordinariamente en los fosos de agua , tambien pueden ser útiles en los secos , añadiendo en este caso delante de cada tenazon una caponera. Esta se reduce á una galeria ó camino de 12 á 15 pies de latitud, que atraviesa el foso por la mitad de la cortina , elevándose su parapeto por una y otra parte tres pies sobre el fondo del foso , y terminan con un pendiente suave á la distancia de 10 á 12 toesas. El piso de la caponera es tres pies mas profundo que el del foso , quedándole de esta suerte 6 pies de altura al parapeto, el qual tiene su banqueta y estacada por una y otra parte.

149 Para delinear la caponera quando hay tenazon en el foso , se tirará desde el vértice B del ángulo de la tenaza ABC al vértice K del án-

ángulo entrante de la contraescarpa , la línea BK y á una y otra parte de esta lìnea dos paralelas que disten de ella 6 ó 7 pies , terminándolas á 5 ó 6 pies de distancia del tenazon y contraescarpa , para que pueda comunicarse la caponera con el foso. Estas dos paralelas manifiestan el doble parapeto cuyo pendiente se termina á 10 ó 12 toesas de distancia por otras dos paralelas. Las banquetas se ven demarcadas en la figura. El principal uso de la caponera es para mantener paso seguro á las tropas que salen de la plaza para guarnecer las obras exteriores, y procurar la ventaja de defender con fuego directo el foso y caras de los baluartes opuestos. A fin de ocultar al enemigo la salida de la caponera, se corta el ángulo entrante de la contraescarpa por una línea LM paralela á la cortina , la qual se tira tomando las partes KL , KM de 8 á 12 toesas cada una, ó bien se hace una pequeña entrada LNOM en figura triangular ò trapecia, como se manifiesta en la figura.

150 La cuneta es un pequeño foso de 12 á 14 pies de ancho por la parte superior : de 4 á 6 por la inferior y de 6 á 7 de profundidad , que se construye en medio del foso principal, con el fin de recoger las aguas quando es seco. Su delineacion es sencilla y se reduce á tirar dos lìneas, por medio del foso , paralelas á

las de defensa y distantes entre si de 12 á 14 pies, redondeàndolas delante de los ángulos flanqueados, como se manifiesta en la figura por las letras *e f g h*. La cuneta se hace pasar por debaxo de las caponeras, cuyas obras son convenientes para flanquearla.

ARTICULO VI.

DEL PERFIL DEL TERRAPLEN, FOSO, *camino cubierto y explanada de una fortaleza.*

151 LA figura 4 representa el plano de una plaza delineado segun el método y reglas expresadas, en el qual se ven las longitudes y gruesos de todas sus partes. Para conocer las alturas y declivios, es necesario construir el perfil que resultaria si esta fortificacion se cortase por un plano vertical segun la línea KW. Tírese la línea AB fig. 6 lám. 4, que representa el nivel de la campaña, y por tanto todas las obras que se eleven sobre el piso de la plaza, se representarán encima de esta línea, y las que sean inferiores estarán indicadas debaxo de ella. Fórmese despues una escala mayor que la del plano para que se vean con distincion todas las partes, proporcionándola á lo largo del papel

en

en donde se quiere hacer la delineacion del perfil.

152 Desde el punto A tómese sobre AB la parte AC de $4\frac{1}{2}$ toesas para base del declivio interior del terraplen, y en el punto C levántese la perpendicular CD de 3 toesas que será su altura. Por el punto D tírese á la AB una paralela indeterminada DN, en la qual se tomará DE de $4\frac{1}{2}$ toesas para la anchura ó camino del terraplen sin comprender la banqueta. Levántese en el punto E la perpendicular EF de $2\frac{1}{2}$ pies, que serà la altura de la banqueta, y tìrese FH paralela á DN : tómese FG de 5 pies, GH de 4 y tírese EG que determinará el declivio de la banqueta, cuya parte superior será GH. En el punto H elévese la perpendicular HI de $4\frac{1}{2}$ pies para la altura del parapeto sobre la banqueta. Desde el punto I tírese á la DN una paralela IK indeterminada : sobre ella tómese IL de $1\frac{1}{2}$ pie y tírese HL, que será el lado interior del parapeto : hàgase LK de 3 toesas que determinará su grueso. Desde el punto K bàxese sobre AB la perpendicular indeterminada KP : tómese KM de 3 pies y tírese la LM que será la parte superior del parapeto, dispuesta en declivio, para que el soldado pueda descubrir desde la banqueta el camino cu-

bier-

bierto y explanada (a). Prolónguese DE hasta que corte à la KP en el punto N, desde el qual como centro se describirá un semicírculo de dos pies de diámetro, que representará el cordon que siempre debe estar al nivel del terraplen.

153 Tómese despues NP de 6 toesas y desde el punto P tìrese á la AB una paralela indeterminada P*n*, que repesentará el fondo del foso, cuya profundidad debe ser igual á la altura del terraplen que es de 3 toesas. Córtese NO de 5 pies para el espesor del revestimiento en el cordon, y desde el punto O tírese la OQ indeterminada paralela á NP que indicará el lado interior del revestimiento. Desde el punto P tómese PR de 7 pies para base del declivio del revestimiento, igual próximamente á la quinta parte de su altura NP y se tirarà NR que representará la escarpa ó lado exterior del revestimiento. Tómese RS de un pie para la retreta ó rodapie, y tìrese ST perpendicular á P*n*, á la qual podrá darse dos ó tres toesas para manifestar la profundidad de los cimientos: tírese TQ paralela á P*n* que cortará à OQ en el

(a) *Debiendo variar el declivio del parapeto segun la elevacion del terraplen y latitud del foso, es regla general tirar una línea desde la cresta* L *del parapeto à la mitad del camino cubierto.*

el punto Q. El revestimiento del parapeto se manifiesta tirando la *Ya* paralela á NM á distancia de 3 pies, que es su espesor ordinario. Si se supone que el plano vertical corta un contrafuerte, se manifestará en el perfil tomando OV de 9 pies y tirando VX paralela á OQ, de suerte que el perfil del contrafuerte será VXQO el qual está unido al revestimiento OR. Ordinariamente se da al piso del terraplen un pequeño pendiente para que las aguas no se detengan, y se determina tomando DW de $1\frac{1}{2}$ pie y tirando la WE que indicará el camino ó parte superior del terraplen y AW su declivio interior.

154 Construido el perfil del terraplen y todas sus partes, tómese sobre el plano fig. 4 lám. 3 la anchura del foso en el paraje por donde pasa la línea KW, y suponiendo que es de 20 toesas, se señalará esta distancia en el perfil fig. 6 lám. 4 desde P hasta *n* en cuyo punto se levantará la perpendicular *nm* terminada por AB en el punto *m* que será la cresta de la contraescarpa. Su revestimiento se determina tirando la *Zy* paralela á *nm* á tres pies de distancia: para base de su declivio se tomará *u n* de 3 pies y tirando la *u m* se tendrá el lado exterior del revestimiento de la contraescarpa. En el punto *u* se deja una retreta de 6 pulgadas, y el cimiento de este revestimiento se representa de la misma forma que el de la plaza. Tómese despues *m c* de $4\frac{1}{2}$ toesas para

ra la anchura del camino cubierto sin la banqueta, y en el punto *c* levàntese la perpendicular *c d* de $2\frac{1}{2}$ pies que será la altura de la banqueta: tírese *df* paralela á AB sobre la qual se tomará *d e* de 5 pies y *e f* de 4: tírese tambien *ce* que representará el declivio de la banqueta cuya parte superior será *ef*. Levántese en el punto *f* la perpendicular *fl* de $4\frac{1}{2}$ pies para la altura del parapeto del camino cubierto sobre la banqueta, y prolónguese *l f* hasta que encuentre la línea AB en un punto *p*: tómese *pg* de 20 toesas para la latitud de la explanada y tìrese *lg*, que manifestarà el pendiente del parapeto del camino cubierto hasta el nivel de la campaña. Sobre *lg* tómese *lh* de un pie y tirando *hf* se tendrá el lado interior de este parapeto. La estacada se representa con una estaca puesta sobre la banqueta, con lo que queda finalizada la delineacion del perfil.

CAPITULO IV.

QUE COMPRENDE LA DELINEACION de las obras exteriores, y reflexíones sobre las mismas.

155 SE llaman generalmente obras exteriores todas las que se construyen fuera de la plaza y su foso, sirviendo para aumentar la fuerza de aquella: cubrir los puentes y partes defectuosas: ocupar alguna dominacion inmediata: defender los arrabales, y finalmente obligar al enemigo á que pierda tiempo y gente en quemar estas obras antes de atacar el recinto principal. De estas obras las mas usadas y útiles son los revellines, contraguardias, hornabeques sencillos y dobles, y lunetas. La disposicion, figura y magnitud de estas obras, depende de los mismos principios establecidos para la construccion del cuerpo de la plaza, pues todas sus partes deben estar flanqueadas y defendidas sin que el enemigo pueda apoderarse de alguna que no sea vista de otras.

ARTICULO I.

DE LAS MAXIMAS QUE DEBEN TEnerse presentes para la formacion de las obras exteriores.

156 Siendo la principal máxima de la fortificacion que la longitud de la línea de defensa se arregle al alcance del fusil, todas las obras exteriores deben disponerse de suerte que puedan ser defendidas por el fuego de aquella arma, y así no han de distar entre sí ó del recinto principal, sino desde 120 hasta 150 toesas. Las obras exteriores deben colocarse en tal disposicion, que no puedan servir de defensa al enemigo contra el fuego del recinto principal ó de alguna obra exterior. Su terraplen ha de ser 3 ó 4 pies mas baxo que el de la plaza, con proporcion à la mayor distancia: de suerte que si hubiere tres obras exteriores unas delante de otras, teniendo el terraplen de la plaza 18 pies de elevacion sobre el nivel de la campaña, el de la obra inmediata será de 14 pies sobre el mismo nivel: el de la que sigue de 10 y el de la mas abanzada de 6. Así se dominarán unas á otras succesivamente y el recinto principal á todas. Cada obra exterior debe tener su foso que se comunique con el de la pla-

za

za y de igual profundidad quando este es de agua ; pero siendo seco podrá hacerse menos profundo , pues así se defiende mejor. La latitud de estos fosos será de 10 á 12 toesas, y se redondean delante de los ángulos salientes como el de la plaza. El parapeto de las obras exteriores tiene tambien tres toesas de espesor para que pueda resistir al cañon. La anchura del terraplen ordinariamente se hace de 3 á 4 toesas, y la base de su declivio es igual á la altura ó à las dos terceras partes de ella.

ARTICULO II.

DEL REVELLIN.

157 EL revellin es una obra de figura triangular que se construye delante de las cortinas, y se compone de dos caras PQ, QR fig. 2 lám. 3 que forman ángulo saliente, y de dos semigolas PK , KR tomádas sobre la contraescarpa de la plaza. Para delinear el revellin delante de la cortina FG se señalarán dos puntos S , T sobre las caras ZH , IV de los baluartes colaterales, á 4 ó 5 toesas de distancia de los ángulos de la espalda H , I, y desde el punto G como centro con el intervalo GS descrìbase un arco que cortará á la perpendicular WQ pro-

longada en un punto Q el qual será vértice del ángulo saliente del revellin : tìrense las PQ, QR terminándolas en la contraescarpa y se tendrán las caras PQ , QR del revellin con sus semigolas PK , KR. La línea KQ tirada desde el ángulo entrante de la contraescarpa al saliente Q del revellin será su capital.

158 El parapeto y terraplen se hacen paralelos á las caras, dando 3 toesas de grueso al parapeto y 4 de latitud al terraplen con $2\frac{1}{2}$ para la base de su declivio. Para subir al terraplen del revellin se construyen rampas enfrente del ángulo flanqueado , tirando dos paralelas de 15 toesas cada una á las líneas que terminan el declivio á distancia de 8 ó 10 pies : desde el extremo de las paralelas se tiran dos líneas al vértice del ángulo que forma el piso del terraplen , y á estas líneas otras dos parelelas á la distancia de 8 ó 10 pies en la latitud del declivio , con lo qual quedarán delineadas las rampas. En la gola de las obras exteriores no se pone terraplen ni parapeto , porque servirian para cubrir al enemigo del fuego de la plaza quando se alojase en ellas. Al foso del revellin se le dan 12 toesas de latitud , y su contraescarpa se tira paralela á las caras hasta encontrar con la de la plaza , redondeándola como á esta delante del ángulo saliente Q.

159 Sirven los revellines para cubrir la

cor-

cortinas , puertas y flancos , pues así no puede arruinarlos el enemigo sino estableciendo sus baterìas sobre el parapeto del camino cubierto opuesto. Tambien aumentan la fuerza de la plaza , dificultando la baxada y paso del foso enfrente de las caras de los baluartes , las quales sin esta obra no tendrian mas defensa que la del flanco , siendo de poca consideracion la que pueden prestarse mutuamente por razon de su obliqüidad. Las partes T *m* , S *n* de las caras de los baluartes, comprendidas entre la prolongacion de las caras y contraescarpa del revellin , flanquean su foso y camino cubierto: en cada una de estas partes se construyen ordinariamente dos cañoneras. Las caras del revellin se dirigen á los puntos S , T cinco toesas distantes de los ángulos de la espalda H , I para que pueda ser defendido su foso por un fuego igual á su latitud , lo que no sucederia si estuviesen alineadas con los ángulos de la espalda, pues el espesor del parapeto del flanco estorvaria parte de la defensa. Para saber el punto mas abanzado donde puede colocarse el ángulo saliente Q del revellin , se describirán dos arcos con el intervalo ST haciendo centro en los puntos S , T y el punto *p* en que se cortan será el que se pide: pues cortàndose las lìneas *p* S , *p* T, el ángulo S*p*T que formarian seria de 60 grados , que es el menor que puede admitirse en la for-

fortificacion, y por consiguiente solo hasta el referido punto se podrá adelantar el ángulo flanqueado del revellin.

160 Para aumentar la defensa de las caras y foso de los revellines quando es seco, suelen construirse las plazas de armas ó traveses *q*, *r* y consisten en un parapeto que atraviesa el foso hacia la extremidad de las caras á que se hace perpendicular, dejando un pequeño paso entre él y la contraescarpa, el qual se cierra con una barrera. La altura de este parapeto es de 6 pies, tres sobre el nivel del foso y otros tres debaxo, para lo qual se hace una pequeña excavacion como en la caponera, terminándose del mismo modo el declivio superior en el foso, y poniéndole su banqueta y estacada. Estos traveses suelen construirse en todos los fosos de las obras exteriores quando son secos. Algunas veces se hacen flancos en los revellines, y entonces tienen la figura de un baluarte separado del recinto principal. Para la delineacion de estos flancos tómense en el revellin 1, 2, 3 fig. 1ª. desde los puntos 1, 3 las distancias 1,4: 3,5 de 10 toesas cada una y las 1,6 : 3,7 de 7 : tírense las 6,4 : 7,5 que serán los flancos, à los quales se les da su terraplen y parapeto como el de las caras, y sirven principalmente para la defensa del camino cubierto quando pueda ser enfilado.

Tam-

161 Tambien se construye algunas veces en el revellin un reducto, dando 15 ó 20 toesas à su capital N8 y haciendo sus caras paralelas á las del revellin. El parapeto de este reducto se construye ordinariamente de mamposteria de dos á tres pies de grueso, con troneras para el uso del fusil, y el foso que es paralelo á las caras tiene de 4 á 6 toesas de latitud. Sirve este reducto para que la tropa que defiende el revellin, tenga segura retirada y pueda incomodar al enemigo quando establece allí su alojamiento. Si los revellines son muy grandes se hace mas capaz el reducto, elevando tambien su terraplen algunos pies sobre el del revellin y dando tres toesas de espesor al parapeto. Es muy ventajoso para la defensa de una plaza el construir revellines delante de todas las cortinas. Para la comunicacion con la campaña se pone un puente en el foso del revellin que estubiere delante de la puerta, cortando el terraplen por medio de una de sus caras del ancho del puente levadizo, el qual se coloca inmediato al revellin.

ARTICULO III.

DE LAS LUNETAS QUE CUBREN el revellin.

162 PAra aumentar la defensa de la plaza suelen cubrirse las caras del revellin con dos obras á que se da el nombre de lunetas, y son grandes ó pequeñas segun cubren el todo ó parte de las caras. Para delinear las grandes lunetas, que tambien se llaman contraguardias, se prolongan las caras del revellin PQ, RQ fig. 2 indeterminadamente y tomando desde los puntos 1, 3 de la contraescarpa las distancias 1, 2 de 30 toesas y 3, 4 de 15 se tirará 2, 4 y quedará trazada la luneta 1, 2, 4, 3 siendo 1,2: 2,4 sus caras y 1,3 : 3,4 las semigolas. La misma operacion se practica sobre la prolongacion de la otra cara del revellin y así quedan delineadas las lunetas mayores, á las quales se las da su terraplen, parapeto y foso de las mismas dimensiones que al revellin, haciendo solo tres pies mas baxo el terraplen.

163 Algunos dividen las lunetas por medio con una cortadura 5,6 compuesta de terraplen y parapeto, de la misma latitud y grueso que los de la luneta y paralelos á la pequeña cara 1,2. Al pie del lado exterior 5,6 del pa-

rapeto se hace un foso de 3 á 4 toesas de ancho, que por una parte se comunica con el del revellin y por la otra llega hasta el parapeto de la cara 2,4 dejando un paso de 3 á 4 pies de ancho entre esta cara y el parapeto de la cortadura. El declivio superior del parapeto de la luneta debe dirigirse hácia el medio del camino cubierto opuesto ó á su banqueta. Las caras de los baluartes que defienden al revellin y su foso, flanquean tambien las caras y fosos de las lunetas, y el foso de la cortadura está flanqueado por la cara del revellin. El ángulo flanqueado 2 de la luneta, no debe ser menor de 60 grados. En el àngulo entrante 7 de la contraescarpa de las lunetas, se construye algunas veces un pequeño reducto, dando á cada una de sus semigolas, que se toman en la contraescarpa, 10 toesas y 12 á las caras, con un foso de 5 á 6 toesas que se comunica con el de las lunetas, de cuyas caras mas pequeñas saca esta obra su defensa.

164 Para construir las pequeñas lunetas delante de las caras del revellin 1, 2, 3 fig. 1ª. se tomarán desde el ángulo 9 de la contraescarpa las 9, 10 : 9,11 de 15 toesas para semigolas, y haciendo centro en los puntos 10,11 se describirán con el intervalo de 20 toesas dos arcos que se cortarán en el punto 12: tírense las 10,12: 11, 12 que serán las caras de la luneta y executando la misma operacion hacia la otra parte se tendrán

R de-

delineadas las dos pequeñas lunetas, á las quales se da un parapeto de 3 toesas con su foso de 6. Estas obras se defienden por las caras del baluarte y revellin.

ARTICULO IV.

DE LA CONTRAGUARDIA.

165 La contraguardia es una obra que cubre al baluarte y se compone de dos caras, las quales forman àngulo saliente delante del flanqueado del baluarte. Para delinear la contraguardia sobre el baluarte X fig. 16 làm. 5 tómense en la contraescarpa de los revellines colaterales 4, 5 las partes AD, TV de 16 toesas cada una, y desde los puntos D, V tírense DC, VC paralelas á las AG, TS de la contraescarpa y el punto C en que se cortan será el vértice del àngulo saliente de la contraguardia y las DC, VC sus caras. La latitud del terraplen de la contraguardia es de 3 toesas: su parapeto y foso se hacen paralelos á las caras y sacan la defensa de los revellines inmediatos 4, 5. La contraguardia cubre el baluarte sobre que se construye y los flancos de los inmediatos, de suerte que para arruinarlos el enemigo, debe ocupar primero esta obra.

ARTICULO V.

DEL HORNABEQUE SIMPLE.

166 EL hornabeque simple se compone de un frente de fortificacion ó de una cortina, dos medios baluartes y dos lados de bastante longitud que se llaman alas. Esta obra suele colocarse delante de la cortina y algunas veces sobre el baluarte. Para delinear el hornabeque delante de la cortina EF fig. 11 lám. 4 se tomará desde el ángulo entrante Q sobre el radio recto prolongado indefinidamente la distancia QL de 120 á 140 toesas, sobre la qual se levantará en el punto L la perpendicular OP alargándola por una y otra parte : tómense LO, LP de 60 á 70 toesas cada una y señalando sobre las caras de los baluartes del recinto principal los puntos A, B diez toesas distantes de los ángulos de la espalda C, D se tiraràn con direccion á los puntos referidos las OM, PN que serán las alas del hornabeque, terminadas en los puntos M, N de la contraescarpa. Para fortificar el frente tómese sobre la prolongacion LQ del radio recto la parte LR de 23 toesas si LP es de 70 y de 20 si LP es de 60 : tírense por el punto R las líneas de defensa indeterminadas OX, PV y señalando sobre ellas las caras PS,

OT de 40 toesas cada una si LP es de 70 y de 35 si LP es de 60, se concluirá despues la fortificacion del lado exterior OP en la forma que se ha enseñado respecto al recinto principal § 115

167 El foso de esta obra tendrá 12 toesas de latitud y se construirá como el de la plaza, describiendo con aquel intervalo desde los puntos O, P como centros dos arcos de círculo á los quales se tirarán dos tangentes dirijidas á los ángulos de la espalda T, S § 127 y otras dos paralelas á las OM, PN y distantes de ellas 12 toesas. La anchura del terraplen será de 4 toesas como la del revellin. Si por esta construccion resultasen los ángulos flanqueados O, P menores de 60 grados, se deberia disminuir el lado exterior OP. La perpendicular LR siempre se hace igual á la sexta parte del lado exterior OP y la cara á las dos septimas partes, sea qual fuere la magnitud de este lado. Las alas sacan su defensa de las caras de los baluartes sobre que están alineadas, y el frente queda flanqueado por si mismo como lo manifiesta su construccion. Aunque haya hornabeque delante de la cortina EF se construye el revellin Y como en los demas frentes de la plaza.

168 Para aumentar la defensa del hornabeque se hacen los atrincheramientos *a*, *b* que con-

consisten en un parapeto alineado perpendicularmente á la mitad de las caras del revellin, con su terraplen y foso de 7 á 8 toesas de latitud y 10 à 12 pies de profundidad, el qual se comunica con el del revellin y saca la defensa de sus caras. Tambien puede hacerse mas ventajosa la defensa interior del hornabeque, construyendo un camino cubierto con plazas de armas como el de la plaza, á lo largo de la contraescarpa de los retrincheramientos y revellin ó baluarte sobre que está situado. Delante del hornabeque se pone ordinariamente un revellin L siguiendo la misma construccion dada para el que cubre la cortina de la plaza: la latitud de su terraplen es de 3 toesas y de 7 á 8 la de su foso, el qual se hace paralelo á las caras.

169 Para delinear el hornabeque simple delante del baluarte, alárguese la capital X fig. 19 lám. 5 y tómese sobre ella desde el ángulo flanqueado C la distancia CD de 120 á 150 toesas: levántese en el punto D la perpendicular AB prolongada por ambas partes: tómense DA, DB de 70 toesas cada una y DE de 23 ó igual á una sexta parte de AB: desde los puntos A, B tìrense por E las lìneas de defensa indeterminadas, y dando 40 toesas de longitud ó las dos septimas partes de AB à las caras de los medios baluartes, se acabarà de fortificar este frente como el del hornabeque anterior.

rior. Para formar las alas se señalaràn los puntos F , G en las caras de los revellines colaterales *a* , *b* quince toesas distantes de los àngulos H , K y alineando despues con los referidos puntos las rectas AL , BM terminadas en la contraescarpa de los revellines, se tendràn las alas. El terraplen , parapeto y foso de esta obra se construyen como en el hornabeque anterior. Las alas de este se defienden por las partes NF, GO de los revellines *a* , *b*. Tambien hubieran podido flanquearse las alas por las caras del baluarte X dàndoles la direccion sobre ellas ; pero en este caso resultarian los àngulos A , B demasiado agudos y muy obliqua la defensa.

170 El hornabeque situado sobre el baluarte puede asimismo ser defendido por las cortinas colaterales ; pero entonces no se abanzaria tanto hacia la campaña su lado exterior , porque los àngulos flanqueados A , B nunca deben estar à mayor distancia que el alcance del fusil de aquellas obras que los defienden. Quando las alas se estrechan hàcia la plaza ó la latitud de la gola es menor que la del frente, se llama hornabeque à cola de golondrina : si la gola es mayor que el frente se dice hornabeque à contracola de golondrina.

ARTICULO VI.

DEL HORNABEQUE DOBLE.

171 EL hornabeque doble ó corona se compone de dos frentes de fortificacion: esto es de un baluarte entero, dos cortinas y dos medios baluartes con dos alas como el hornabeque simple: ordinariamente se coloca delante de la cortina aunque tambien puede construirse sobre el baluarte. Para delinearlo delante de la cortina AB fig. 12 lám. 4 se alargará á discrecion el radio recto ó perpendicular, y desde el ángulo entrante L de la contraescarpa con el intervalo de 150 á 160 toesas, descrìbase el arco indeterminado HKI que cortará á la perpendicular prolongada en K desde cuyo punto como centro y con el intervalo de 120 toesas, señálense á una y otra parte del arco descrito los puntos H, I y tirando las KH, KI se tendrán los lados exteriores de la corona, los quales se fortificarán como en el hornabeque simple. Sus alas IN, HM se dirigen á los puntos D, C distantes 15 toesas de los ángulos de la espalda F, E terminándolas en los puntos N, M de la contraescarpa. El terraplen, parapeto y foso de esta obra tienen las mismas dimensiones que en el hornabeque simple, y delante de sus

fren-

frentes pueden construirse los revellines *a* , *b* siguiendo el método referido.

172 Para construir el hornabeque doble ó corona sobre el baluarte se prolongará su capital á discrecion , y haciendo centro en el ángulo flanqueado se describirá un arco indeterminado con el intervalo de 140 á 150 toesas. Desde el punto en que este arco corta à la capital prolongada, tìrese una cuerda á cada parte de 120 toesas y se tendrán los lados exteriores del hornabeque doble, que se fortificarán como en el simple dirigiendo las alas sobre las caras del mismo baluarte á 15 ó 20 toesas de los ángulos de la espalda. Los flanqueados de los dos medios baluartes deben ser á lo menos de 60 grados , y si dirigiendo las alas á los puntos referidos en la construccion anterior, resultasen demasiado agudos , se alinearán sobre las caras de los revellines colaterales ó baluartes inmediatos á 10 toesas de los ángulos de la espalda. Los frentes del hornabeque doble se defienden por si mismos como el del simple. En lo interior de esta obra pueden construirse retrincheramientos semejantes à los *a* , *b* fig. 11. El ángulo flanqueado K fig. 12 se puede adelantar mas hácia la campaña, si importase ceñir con el hornabeque mayor extension de terreno. Los flancos del hornabeque simple y doble pueden hacerse curvos y con orejones , toman-

mando desde el ángulo de la espalda 6 ó 7 toesas para base ó diámetro del orejon, y siguiendo despues las reglas dadas para los flancos del recinto principal § 139. En todos los àngulos flanqueados y salientes de las obras exteriores se ponen garitas.

173 Todas las obras exteriores deben estar circundadas por el camino cubierto y explanada, y quando los lados de aquel tienen mucha longitud, deben construirse traveses de distancia en distancia para evitar la enfilada y hacer mas ventajosa su defensa. Muchos reprueban los hornabeques, por ser muy costosas tales obras y por que si no se hallan bien situadas puede ganarlas fácilmente el enemigo, en cuyo caso servirian contra la plaza. Sin embargo quando todas sus partes se hallan flanqueadas ventajosamente y el sitiador no puede cubrirse del fuego de la plaza, con las alas contribuyen mucho á su defensa: y principalmente para ocupar algun puesto inmediato que puede fovorecer los ataques del enemigo, en cuyo caso se hacen indispensables. En el establecimiento de estas obras y generalmente todas las exteriores, debe atenderse sobre todo á que las comunicaciones sean fáciles y seguras, para que las tropas destinadas á su defensa puedan retirarse sin riesgo despues que el enemigo se haga dueño de ellas.

CAPITULO V.

QUE COMPRENDE LAS OBRAS QUE se construyen fuera de la explanada.

ARTICULO I.

DEL CONTRAFOSO, LUNETAS y reductos.

174 Si despues de haber construido el camino cubierto y explanada, se tuviese por conveniente aumentar nuevas defensas á la plaza, permitiéndolo su situacion y circunstancias del terreno, se hará un antefoso ó contrafoso paralelo á la línea que termina la explanada, dándole 10 ó 12 toesas de latitud. En frente de los ángulos entrantes del camino cubierto y delante del contrafoso, suelen construirse para su defensa algunas obras en figura de revellines como *b a d e f g* fig. 16 lám. 5 que se llaman lunetas, cuyas caras *g b*, *g f* tienen de 30 á 40 toesas de longitud. Para delinear una luneta de las de esta especie se tomarán desde los ángulos entrantes *a*, *e* del antefoso las *a b*, *e f* de 10 á 12 toesas cada una: haciendo centro en los puntos *b*, *f* se describirán dos arcos con el in-

intervalo de 30 á 40 toesas y desde el punto *g* en que se cortan tírense las *g b* , *g f* que serán las caras de la luneta , las quales se disminuirán si el ángulo flanqueado *g* fuere menor de 60 grados.

175 Paralelo á las caras de la luneta se le hace un foso de 8 á 10 toesas de ancho, y el parapeto de 3 toesas de espesor y 8 ó 9 pies de alto para que resulte algo mas elevado que el del camino cubierto : el declivio superior se dirije á la cresta de la contraescarpa de la luneta , y la banqueta se dispone de suerte que sobre ella solo queden $4\frac{1}{2}$ pies de altura al parapeto. La gola de la luneta se hace en figura circular , describiendo el arco *a e* desde el ángulo entrante *b* de la explanada con el intervalo *b e* : tambien se redondea la parte de la explanada opuesta à la luneta , describiendo otro arco desde el mismo centro *b* é intervalo *b l*. Esta obra suele revestirse de tepes , dándole una pequeña verma de 3 á 4 pies de latitud. El antefoso y lunetas están circundados por un antecamino cubierto , el qual se construye como el de la plaza ; pero su terraplen debe estar $1\frac{1}{2}$ ó 2 pies mas baxo que el de esta.

176 Aunque la plaza no tenga antefoso suele construirse muchas veces al pie de la explanada ó mas adelante , cierta especie de lunetas en forma de baluartes que se llaman *reductos*

colocándolos delante de los ángulos entrantes ó salientes del camino cubierto. Para delinear uno de estos reductos delante de la plaza de armas P se tirará desde el ángulo entrante *m* de la contraescarpa, por el saliente de la plaza de armas la recta *m n* indeterminada : á la distancia de 20 , 30 ó 40 toesas de la misma plaza , segun quiera abanzarse mas ó menos el reducto , se señalará el punto *n* : levántese en él una perpendicular prolongada hàcia una y otra parte, y tómense sobre ella las *n o* , *n p* de 15 à 20 toesas cada una para semigolas del reducto : en los puntos *o* , *p* levántense las perpendiculares *o q* , *p r* de 10 á 12 toesas cada una, que serán los flancos y haciendo centro en *q* y en *r* con el intervalo de 25 , 30 ó 35 toesas descríbanse dos arcos que se cortarán en *s* : tírense las *s q* , *s r* , y se tendrán las caras del reducto. Esta obra tiene su parapeto de la misma altura y grueso que el de la luneta ordinaria y un foso paralelo á las caras , flancos y golas quando pueda llenarse de agua ; pero si fuese seco se hará solamente delante de las caras, disponiéndole con pendiente desde los flancos hasta el ángulo flanqueado *s* en donde tiene su mayor profundidad, que ordinariamente es de 8 á 9 pies, y de esta forma queda defendido en toda su extension por las alas del camino cubierto. El reducto B puede circuirse con

ca-

camino cubierto y explanada como se manifiesta en la figura. Quando se construyen en los contornos de una plaza muchos reductos de esta especie, está unida la comunicacion de todos sus caminos cubiertos y forman de esta suerte un antecamino cubierto. Los reductos se hacen de tierra ó mamposterìa y algunas veces con bóvedas á prueba, en cuyo caso no pueden destruirse fácilmente sino por medio de las minas, cuya operacion es muy larga y trabajosa.

ARTICULO II.

DE LAS FLECHAS.

177 OTra especie de obras á mas de las referidas se construyen tambien delante de los ángulos entrantes y salientes del camino cubierto, las quales se llaman *flechas* y consisten en un parapeto de 12, 15 ó 20 toesas de longitud à una y otra parte de los ángulos salientes de la explanada, como se representa en K de 3 toesas de espesor y 7 ú 8 pies de altura con una ó dos banquetas. La comunicacion del camino cubierto á la flecha se hace por la arista de la explanada, como la de las lunetas y se cubre con el traves G. Si la plaza no tiene antefoso que pueda servir de foso á la flecha se

le construirá particularmente, haciéndolo paralelo à sus lados de 8 á 10 toesas de ancho y de 6 á 8 pies de profundidad, con declivio hacia el ángulo de la flecha. Esta obra está defendida por el camino cubierto : sirve como de segunda luneta y es muy útil para incomodar al enemigo en sus trabajos ; pero regularmente no se construye hasta que se recela el sitio.

178 Todas las obras expresadas pueden considerarse como anexâs à las fortificaciones de una plaza , pues contribuyen á su recíproca defensa. Algunas otras se construyen mas abanzadas á la campaña para cubrir y defender las avenidas : impedir que el enemigo se acerque fácilmente y sin riesgo : ocupar terrenos que podrian serle ventajosos y desde donde se le incomoda en sus trabajos, obligàndole á que los empiece á mayor distancia y que no pueda lìbertarlos fácilmente de la enfilada. De estas obras las mas comunes son quadrados y revellines ó baluartes destacados , que ordinariamente se llaman reductos ; pero quando su figura es triangular y determinada por la del terreno , toman el nombre de pasteles , y tambien se hacen en forma de herradura, construyendo su frente en lìnea curva.

CA-

CAPITULO VI.

DE LAS CIUDADELAS.

179 LLámase ciudadela una pequeña fortaleza situada en el recinto de una plaza, parte dentro de ella y parte hàcia la campaña, con el fin de aumentar la defensa y contener en obediencia y respeto á los habitantes. Las ciudadelas tienen quatro, cinco y á lo mas seis baluartes, y son casi siempre de figura regular, menos quando están situadas sobre terreno de poca extension ó de difícil acceso. La plaza ha de quedar abierta sin muralla ni parapeto por la parte de la ciudadela, para que esta la domine y los habitantes no puedan cubrirse contra su fuego, por cuya razon debe fortificarse la ciudadela con mas cuidado que la plaza, pues de otra suerte la atacaria primero el enemigo, y haciéndose dueño de ella no podria resistir la plaza; pero aunque esta se gane es necesario formar nuevo sitio contra la ciudadela. Entre la ciudad y ciudadela no debe quedar edificio alguno al alcance del fusil: este espacio se llama explanada y sirve para que nadie pueda acercarse á la ciudadela sin ser descubierto. Las ciudadelas no se construyen en medio de las ciudades porque en caso de tumulto ó desórden

de

de los habitantes no podrian ser socorridos. Algunas veces se colocan enteramente fuera de la plaza, en cuyo caso se unen á ella con algunas lìneas ú otras obras de comunicacion. La ciudadela debe situarse en el terreno mas elevado de la plaza para que domine sus fortificaciones, atendiendo tambien á que ni el enemigo ni los habitantes puedan cortarle el agua.

180 Para dar idea de su construccion supóngase que ha de colocarse en la parte del recinto que ocupan los baluartes L, E, M fig. 18 los quales se manifiestan con líneas de puntos. Prolónguese la capital del baluarte E por una y otra parte indeterminadamente y señálese en ella el punto D, mas ó menos abanzado dentro de la plaza segun convenga á la situacion de la ciudadela: por el punto D tírese la perpendicular AB y sobre ella tómense DA, DB de 90 toesas cada una y resultará el lado AB de 180 toesas. Si la ciudadela es un pentágono regular se buscará en la tabla pág. 93 el radio correspondiente al lado de 180 toesas y hallándose de 153, con este intervalo desde los puntos A, B se describirán dos arcos, los quales cortàndose en C determinarán el centro de la ciudadela, desde cuyo punto con el radio CB se formará un círculo para inscribir en él el pentágono, el qual se fortificarà segun el método dado en la delineacion del recinto de una pla-

plaza, añadiendo las obras exteriores que fuesen necesarias. Desde los ángulos flanqueados F, I de los baluartes L, M se tirarán líneas FA, IB terminadas en los puntos *a*, *b* que unen el camino cubierto de la ciudadela con el recinto de la plaza. Si conviniere introducir en la plaza un baluarte de la ciudadela, se situará su ángulo flanqueado sobre la línea CD en un punto como D y tomando DC igual á la longitud del radio del pentágono cuyo lado es de 180 toesas, se formaria un circulo en el qual inscribiendo el pentágono, desde el punto D se fortificaria segun las reglas dadas.

181 En lo interior de la ciudadela se construyen los edificios necesarios como quarteles, arsenal, iglesia y aloajmiento para el estado mayor, dexando enmedio una plaza de armas de 30 ó 35 toesas de lado, y de figura quadrada ó semejante á la del polìgono. Las ciudadelas no han de tener mas que dos puertas: una para comunicarse con la plaza y otra con la campaña, la qual se llama puerta del socorro. El modo de unir la ciudadela con la plaza es relativo á la disposicion de una y otra fortaleza; pero nunca debe dexarse en la plaza flanco alguno ni otra obra que se oponga á la ciudadela. Se llaman líneas de comunicacion las que se construyen para unir el recinto de la plaza con la ciudadela como F*a*, I*b*: estas lí-

neas pueden dirigirse sobre las capitales de los baluartes , revellines ó sobre la mitad de las cortinas de la ciudadela, cuya disposicion es la mejor. Las líneas de comunicacion no tienen terraplen hasta la distancia de 40 à 50 toesas del camino cubierto de la ciudadela , en cuyo espacio se hace un muro de mampostería de 4 á 5 pies de grueso y de la misma altura que el de la plaza , sobre el qual se construye un camino de 5 pies de ancho y un parapeto atronerado contra la campaña de dos pies de grueso y 6 de alto.

182 Quando una plaza se halla en parage elevado deben abanzarse sus fortificaciones para descubrir toda la extension de la pendiente. Si esta se halla escarpada por alguna parte se acomoda el recinto á su figura ; pero se hacen en ella flancos y ángulos salientes para defender el pie de la muralla , y descubrir los caminos hondos por donde podria acercarse el enemigo. Los demas lados del recinto se fortifican con baluartes como en las situaciones llanas. Si el declivio fuese muy grande se construyen varias obras unas delante de otras para poder dominarlo hasta su extremo , arreglando la altura del terraplen y parapeto de suerte que las mas elevadas ó próxîmas á la plaza descubran á las mas distantes. Si la fortaleza está situada sobre la falda de una montaña ó en lo mas

ba-

baxo de un valle, es preciso ocupar la altura quando puede hacerse sin extender con exceso las fortificaciones, pues de lo contrario quedaria la plaza dominada y siempre serian muy defectuosas sus obras. En casos semejantes puede ocuparse la altura con una ciudadela.

CAPITULO VII.

QUE COMPRENDE EL MODO DE trazar la fortificacion sobre el terreno.

183 AUnque el estudio de la fortificacion exîje el anticipado de la geometría práctica, habiendo dado esta parte con bastante extension en el tomo 3°. de este compendio de matemáticas, no es preciso detallar las reglas para demarcar las obras efectivas: sin embargo para mas fácil inteligencia de esta parte, darémos las luces suficientes para comprender su por menor con relacion á la traza de las obras de fortificacion.

ARTICULO I.

DEL MODO DE TRAZAR UN POlígono sobre el terreno.

184 OFreciéndose regularmente en el terreno algunos obstáculos para describir exâctamente un círculo muy grande, en el qual pueda inscribirse el polìgono, cuyos lados tengan la magnitud que pide la fortificacion, es preciso trazar este polìgono por medio de los triángulos que forman los radios mayores, si el centro se halla desembarazado, ó describiendo imperfectamente su perímetro por los ángulos que le corresponden. Supóngase que el pentágono regular ABDEF fig. 7 lám. 4 delineado en papel ha de trazarse sobre el terreno, y que el lado AB es de 180 toesas. Fórmese una escala con este lado y obsérvese por medio de ella la longitud exâcta del radio obliquo AC, la qual tambien puede conocerse por trigonometrìa. Elegido el punto *c* fig. 8 sobre el terreno para centro del pentágono y puesto allí el semicìrculo, se harán los ángulos *a c b*, *b c d* &c. de 72 grados, cuyo valor es el que les corresponde en esta figura: determìnese despues la magnitud de los radios *c a*, *c b* &c. y tírense por sus extremos los lados *a b*, *b d* &c.

Si

185 Si en el centro del polígono hubiese algun estorvo para poder formar los ángulos referidos, se tirará el radio obliquo *c a*, cuya magnitud es conocida y se hará el ángulo *c a b* de 54 grados, que es la mitad del de la circunferencia del pentágono: tòmense despues 180 toesas desde *a* hasta *b* y en este punto fórmese el ángulo *a b d* de 108 grados: hágase *b d* igual *a b* y continuando la operacion de la misma suerte en los puntos *d*, *e* &c. se tendrá trazado el polìgono propuesto. Con igual pràctica se demarcarà qualquiera otra figura regular. Si no hubiese instrumento para formar los ángulos sobre el terreno podrá servir el método siguiente. Tìrese en el papel qualquiera lìnea AB fig. 9 suponiéndola de 5 ó 6 toesas para que sirva de escala: fórmese el ángulo BAC del mismo nũmero de grados que el que se ha de trazar sobre el terreno: hágase AC próxîmamente igual â AB y tírese BC cuya longitud se conocerá por medio de la escala: trazando despues el triángulo ACB en el terreno, quedará formado el ángulo A del mismo valor que se pide. Para aplicar el método referido á la demarcacion del pentágono precedente, supőngase que el ángulo CAB fig. 9 se ha formado de 54 grados y que *c a* fig. 8 es el radio obliquo del pentágono, y señalado sobre el terreno para que en el punto *a* se haga el án-

gu-

gulo *c a b* igual CAB : tómese *a g* de tantas toesas como tiene AC en el papel y fíxense piquetes en los puntos *a* , *g* : haciendo centro en *a* descríbase un arco cuyo radio sea de las mismas toesas que AB : hágase lo mismo desde *g* con otro cordel y la medida representada por CB : estos dos arcos se cortarán en el punto *m* por el qual se tirará desde *a* la recta *a m* prolongándola á discrecion y quedará formado el ángulo *c a b* igual CAB. Para continuar la operacion se hará *a b* de 180 toesas , que es la longitud supuesta al lado del pentágono , y con el mismo método se trazarán despues los demas ángulos.

ARTICULO II.

DEMARCAR LA MAGISTRAL DE LA fortificacion , trazando el polígono regular sobre el terreno.

186 PAra esta operacion debe tenerse formado en papel el plano de la fortaleza segun el método explicado § 115 y conocido el valor de todos los ángulos y líneas que comprende la figura. Suponiendo que BA fig. 10 sea uno de los lados del polìgono propuesto , se hará el ángulo BAC igual al diminuto delineado en

en el plano y tómese AC igual á la lìnea de defensa : plántese un piquete en C extremo de esta línea y tómese sobre ella AD de 50 toesas para cara del baluarte, fixando otro piquete en D. La misma operacion se hará en el punto B para determinar la línea de defensa BE y la cara BF : tírense despues las lìneas FC , CE, ED y se tendrá trazado un frente de la fortaleza : con igual práctica se demarcaràn los demas frentes.

187 Si la traza hubiere de formarse por medio del polígono interior cuyo lado es HG se tomarán las semigolas CH , EG de la magnitud que representan las del plano : háganse los ángulos diminutos GCA , HEB iguales á sus correspondientes del mismo plano , como tambien las lìneas de defensa CA , EB : señalando despues las caras AD , BF de 50 toesas cada una y tirando los flancos DE , FC se tendrá trazado el frente BA. El mismo método se observará para demarcar los demas frentes, verificando despues la operacion.

CA-

CAPITULO VIII.

DE LA FORTIFICACION *irregular*.

188 LA parte mas necesaria y generalmente mas útil del arte de fortificar es la que trata de la fortificacion irregular, de la qual se hace uso ordinariamente, porque raras veces se encuentran plazas cuyo recinto forme un polìgono regular, y cuyos lados tengan la longitud y proporciones prescritas para las fortalezas regulares. Como estas se suponen situadas sobre terrenos uniformes y que no ofrecen embarazo alguno para la colocacion regular de las obras, se disponen y ordenan todas sus partes de aquel modo que parece mas ventajoso á su recíproca defensa, por cuya razon las reglas que se siguen entonces sirven despues de principios para la fortificacion irregular, la qual será tanto mas perfecta quanto mas exâctamente puedan observarse las reglas del arte. De aquí se sigue la necesidad de tener completo conocimiento de la fortificacion regular para tratar de la irregular, siendo aquella preferente por la uniformidad con que resultan defendidas todas las partes de una plaza.

189 Los ángulos que formen los lados de las fortalezas irregulares, no han de ser menores de 90 grados para que los flanqueados no resulten de menos que 60 ni los flancos de menor longitud que 20 toesas, por cuya razon se excluye el triángulo de las figuras que pueden fortificarse. Son preferentes los ángulos mayores de 90 grados con tal que no pasen de 150 ó 160, pues en tal caso formarian próxîmamente línea recta las caras con las cortinas inmediatas y se enfilarian de una misma baterìa. Tambien se deben preferir los àngulos salientes á los entrantes por hallarse mas dispuestos á la defènsa.

190 La fortificacion irregular puede principiarse por el lado interior ó el exterior del polìgono que se pretenda fortificar. Principiando por el lado exterior se tiene la gran ventaja de situar el àngulo flanqueado de los baluartes en los parages mas acomodados para la defensa, eligiendo aquellos que estèn á cubierto de la dominacion y enfilada del terreno contiguo. Si el que se ha de fortificar tiene alguna parte de recinto antiguo que quiera aprovecharse, es forzoso principiar por el lado interior para acomodar las cortinas y colocar los baluartes en los parages que se estimen mas convenientes. Determinados los lados interiores del polígono, se averigua por el cálculo quanto deben

ben distar los exteriores, y tirando paralelas se tendrá formado el polìgono exterior, que se continuará fortificando por el método explicado anteriormente.

191 Para determinar el lado interior de un pentàgono, conocida la línea de defensa de 120 toesas, el ángulo flanqueante interior de $15\frac{1}{2}$ grados y cada semigola de la quinta parte del lado interior: tírese á discrecion la lìnea BE fig. 10 de 120 toesas: fórmese en el punto E el ángulo BEH de $15\frac{1}{2}$ grados y en B el ángulo EBH igual á la diferencia entre la mitad del àngulo de la circunferencia del polìgono y el diminuto, que en el presente caso es $38\frac{1}{2}$ grados, porque el semiàngulo de la circunferencia del pentágono tiene 54 grados: prolónguense las EH, BH hasta que se encuentren en H y quedarà formado el triàngulo EBH, en el qual el lado BH serà la capital del baluarte y EH igual à la cortina mas una semigola.

192 Para conocer todo el lado interior debe advertirse que siendo en el pentàgono cada semigola igual à la quinta parte de este lado, la recta EH resultarà igual á las quatro quintas partes del mismo, pues solo falta una semigola para su longitud total, por lo qual si se divide EH en quatro partes, se toma CH igual à una de ellas y se prolonga HE hasta que EG sea igual à HC, seràn estas dos partes las semigo-

las

las : CE la cortina y HG todo el lado interior cuyo valor se encontrarà de 115 toesas formando una escala con la línea de defensa que se ha supuesto de 120 toesas.

193 Por el mismo método se averiguarà la longitud del lado interior de los demas polígonos, regulares dando qualquier otro valor à la línea de defensa como se ha hecho para calcular la tabla siguiente.

TABLA DE LOS LADOS INTERIORES desde el quadrado hasta el undecágono y los lados referidos.

		Quadrado. toesas
Para una lìnea de defensa de 120 toesas.	lados interiores.	..105.
	semigolas.........	....17.
Para una línea de defensa de 135 toesas.	lados interiores.	..119.
	semigolas.........	....20.
Para una lìnea de defensa de 150 toesas.	lados interiores.	..126.
	semigolas.........	....24.

Las lìneas restantes pueden determinarse por trigonometría, resolviendo los varios triàngulos que forman con datos que se van conociendo succesivamente.

METODO PARA CONSTRUIR LA FORtificacion irregular quando la plaza tiene recinto antiguo terràplenado.

194 Supóngase que el polìgono ABCD &c. fig. 20 lám. 6 representa el recinto antiguo ter-

ra-

RES DE LOS POLIGONOS REGULA-
semígolas de los baluartes construidos sobre-

Pentá gono.	Exá- gono.	Eptá- gono.	Octá- gono.	Noná gono.	Decà- gono.	Unde- cágono
toesas	toesas	toesas	toesas	toesas	toesas	toesas
..115.	..120	.122.	..128.	..131.	..135.	..138.
....23.	....26.	....27.	....32.	....32.	....34.	....35.
..127.	..135.	..138.	..144.	..148.	..152.	..156.
....25.	....29.	....31.	....34.	....36.	....38.	....40.
..130.	..150.	..153.	..160.	..164.	..168.	..173.
....26.	....33.	....34.	....37.	....40.	....42.	....44.

raplenado de una plaza que debe fortificarse, determinando las cortinas sobre las partes de dicho recinto., cuyos lados tienen la magnitud y posicion indicadas en la figura : y siendo preciso tener conocimiento de los àngulos diminutos y de la circunferencia de diversos polígonos , añadirémos la siguiente tabla que los comprende.

TA-

TABLA DE LOS ANGULOS DE LA de los polígonos regulares desde el quadra-

	Quadrado. grados.	*Quadrado.* minutos.	*Pentágono.* grados.	*Pentágono.* minutos.	*Exàgono.* grados.	*Exàgono.* minutos.	*Eptàgono.* grados.	*Eptàgono.* minutos.
Angulos diminutos.	13	44	15	30	18	26	18	26
Angulos de la circunferencia	90	00	108	00	120	00	128	00

195 Supóngase el lado AB de 225 toesas y siendo excesiva esta longitud para que los baluartes colocados en sus extremos A y B puedan defenderse recíprocamente , se construirá un baluarte plano sobre la mitad de este lado, á cuyo efecto se dividirá por medio en L y quedarán las dos partes AL , BL de 112 toesas cada una , las quales se fortificarán del modo siguiente empezando desde A. Siendo AL de 112 toesas y el ángulo A de 142 grados igual con poca diferencia al del nonágono , se determinará la semigola AM de 27 ó 28 toesas : esto es igual á la quarta parte de AL próxîmamente. En el punto M fórmese el àngulo LM*a* de

CIRCUNFERENCIA Y DIMINUTOS do hasta el duodecágono y línea recta.

Octágono.		*Nonàgono.*		*Decágono.*		*Undecágono.*		*Duodecàgono.*		*Línea recta.*
grados.	*minutos.*	*grados.*	*minutos.*	*grados.*	*minutos.*	*grados.*	*minutos.*	*grados.*	*minutos.*	*grados.*
18	26	18	26	18	26	18	26	18	26	20
135	00	140	00	144	00	147	00	150	00	180

de 20 grados y se tendrá la línea de defensa M*a* : hágase tambien la semigola LN del baluarte plano igual á 28 toesas ó á la quarta parte de AL : fórmese en el punto N el ángulo MN*b* de $18\frac{1}{2}$ grados próximamente y en los puntos M, N los MN*d*, NM*c* de 100 grados cada uno y quedarán determinados los flancos M*c*, N*d*. Del mismo modo se fortifica el lado LB tomando BP y LO de 28 toesas para semigolas, y quedará fortificado el mayor lado AB con un baluarte plano y dos medios baluartes.

196 Siendo el lado BC de 150 toesas y el ángulo B de 161 grados, se hará la semigola

BQ

BQ de 37 toesas ó igual á la quarta parte de BC, y como el ángulo C es de 131 grados correspondia dar á la semigola RC las dos novenas partes de BC; pero atendiendo á que el lado inmediato CD es mas pequeño, se hará tambien RC igual BQ y quedará la cortina QR de 76 toesas. En los puntos Q, R se formarán los ángulos R Q *e*, Q R *f* de 18½ grados cada uno: el lado R*f* cortará á *of* en el punto *f* el qual será vértice del ángulo flanqueado: en los mismos puntos Q, R se harán tambien ángulos de 100 grados con la cortina QR para tener los flancos y caras de los medios baluartes que corresponden al frente BC.

197 El lado siguiente CD tiene 110 toesas y siendo el ángulo C de 131 grados, se determinará la semigola CS del mismo modo que en el eptágono: esto es haciéndola igual á las dos séptimas partes de CD que son 24 toesas próxîmamente, y como el ángulo D solo tiene 98 grados, se dará á la semigola DT la misma longitud que en el quadrado: esto es 19 toesas próxîmamente ó la sexta parte de CD: fórmense despues en los puntos S, T ángulos de 100 grados con la cortina ST y los diminutos T S *g*, S T *e* el primero de 13½ grados próxîmamente, y el segundo de 18½: los lados de estos ángulos determinarán la magnitud de los flancos y caras correspondientes, segun se

ha

ha visto anteriormente y lo manifiesta la figura.

198 Siendo el lado DE de 134 toesas y el ángulo D de 98 grados, se hará la semigola DV de 22 toesas ó igual à la sexta parte de DE; y como el lado inmediato EF de 63 toesas es muy pequeño para frente de fortaleza, se tomarà toda la gola EU sobre el lado ED observando solamente que la cortina VU no tenga menos de 60 toesas: en este exemplo se ha determinado EU de 50 toesas: los àngulos diminutos VU*g* y UV*h* se haràn de 13½ grados porque D y E son casi rectos. La lìnea de defensa U*g* encontrando en *g* à la que se ha tirado desde S formará el baluarte D.

199 Como FE lado del àngulo entrante EFG solo tiene 63 toesas y puede flanquear el baluarte construido sobre G, se formará en F el diminuto EF*h* de 13½ grados próxîmamente, y la línea de defensa F*h* determinarà el àngulo flanqueado *h* por su encuentro con la V*h*: en el punto E se harà el àngulo FE*k* de 100 grados para tener el flanco E*k* y así quedarà construido sobre E el baluarte cuya gola està en línea recta.

200 Como el lado GF tiene 120 toesas y FE 63, si se construyese en F un baluarte seria preciso tomar toda la gola sobre GF, y así podrá omitirse este baluarte atendiendo à que

 los

los lados EF , FG se flanquean mutuamente , y que por otra parte el flanco E*k* y el opuesto del baluarte construido sobre G defienden el àngulo entrante F. Hàgase pues la semigola GX de 24 toesas ó igual à la quinta parte de GF por ser el àngulo G de 118 grados, que corresponde próxîmamente al del exâgono : en el punto X levàntese el flanco formando àngulo de 100 grados con XF y su magnitud quedará determinada por la recta F*l* que hace con FG el àngulo GF*l* de 18½ grados próxîmamente.

201 Para fortificar el lado HG que tambien forma àngulo entrante con IH son precisas algunas reflexîones particulares, pues los dos lados referidos no pueden flanquearse como los del precedente F porque tienen mayor longitud y es mas abierto el àngulo que forman. Siendo HG de 180 toesas, se darà à GY la quinta parte ó 36 toesas : hàgase despues HZ de tal magnitud que tirando la línea de defensa *zl* resulte esta igual al alcance del fusil : supóngase que se ha tomado HZ de 40 toesas : fórmese el àngulo YZ*l* de 20 grados próxîmamente como en la línea recta, y en el punto Y levàntese el flanco Y*y* haciendo ángulo de 100 grados con la cortina ZY. Midiendo despues por medio de la escala la línea de defensa *zl* se encontrarà de 160 toesas próxîmamente, y por consiguiente serà mayor que el alcance del fusil.

sil. Para corregir este defecto se aumentará la semigola HZ 15 ó 18 toesas hasta *p* y tirando *pi* paralela á *Zl* se tendrà la lìnea de defensa *pi* de proporcionada magnitud. Del mismo modo podrá disminuirse la F*l* ó bien se reducirà el flanco X1 á la longitud X2 de 30 toesas, tirando la F*i* que tambien disminuirá la paralela á Z*l*.

202 Si el ángulo flanqueado *i* tiene mas de 80 grados se podrá hacer de esta medida el ángulo *pim* y el lado *im* encontrará á la cortina en un punto *m* quedando *m*F para el segundo flanco. En el punto *p* levántese el flanco *pq* de 20 toesas formando ángulo de 100 grados con *p*Y, y por los puntos Y, *q* tírese la Y*q* indeterminada. Advirtiendo aora que sobre el ángulo I siendo de 57 grados no puede construirse baluarte, porque resultaria muy agudo su ángulo flanqueado, ha de fortificarse en alguno de los modos siguientes. Tómese H*r* de 20 ó 30 toesas y en el punto *r* fórmese el flanco *rs* haciendo ángulo de 100 grados con la I*r*, que podrá terminarse en *s* por la prolongacion de la Y*q* y servirá para defender el ángulo I. Construyendo despues un baluarte sobre el ángulo K como representa la figura, el flanco *tz* defenderá tambien al ángulo I; pero esta construccion tiene el defecto de quedar sin defensa los ángulos *t*, *r*.

203 Puede tambien fortificarse el ángulo I tirando desde el punto *r* la *r* 3 de modo que forme con la I *r* el ángulo I *r* 3 de 13 grados próximamente y terminándola por la prolongacion de Y *s* en el punto 3 : hágase el ángulo *r* 3,4 de 100 grados para tener el flanco 3,4 que defenderá á *r s* y *s q* que segun esta construccion tambien quedará defendida por el flanco Y*y* : hágase la misma construccion por la parte KI y tendrémos el baluarte, cuyo ángulo flanqueado es I, y las caras son parte del recinto antiguo. Otro método mas ventajoso de fortificar el àngulo I seria cubriéndole con un hornabeque simple, segun se representa en la figura con líneas de puntos. Su cortina debiera tener á lo menos 40 toesas de extension : 20 los flancos y 30 las caras.

204 El último lado AK se fortificará baxo las mismas reglas que los precedentes, y en general debe observarse que todas las partes de la fortificacion, resulten proporcionadas y conformes en quanto sea dable à las reglas prescritas para la fortificacion regular, tanto en la magnitud de los ángulos como en la extension de caras, flancos, cortinas y semigolas.

CAPITULO IX.

DE LAS PLAZAS MARITIMAS.

205 LAs plazas situadas á la orilla del mar se fortifican como las demas por la parte de tierra, y lo restante del recinto se dispone segun las circunstancias del puerto y mareas. La disposicion de los puertos proporciona generalmente abrigo á las embarcaciones contra los efectos del viento y marejada; mas para que estén á cubierto de algun insulto por parte del enemigo, es preciso que la entrada se halle defendida por la naturaleza de la costa ó por fortificaciones que la dominen y cubran. Para esto suelen construirse dentro del mar hasta donde lo permite su profundidad, fuertes calzadas y muelles sobre gruesas piedras que se arrojan para asegurar el cimiento de la obra, y en su extremo mas abanzado se construyen baterías ó fuertes que impidan la aproxîmacion de los buques enemigos. La figura de estos fuertes regularmente es circular ó acomodada al sitio en que se colocan. Su parapeto es de mampostería con cañoneras en todo el circuito para dirigir los tiros á qualquiera parte. Tambien se construyen baterìas en los parages de la costa mas ventajosos para defender la entrada del puer-

puerto, formando el parapeto en línea curva, circular ó elíptica para descubrir mayor extension de mar.

206 Si la entrada del puerto es de poca latitud, se cierra con cadenas de gruesos maderos que subiendo y baxando con el agua impiden el paso á toda especie de embarcaciones. Si la extension fuese considerable y el fondo lo permite, se construye en el medio una baterìa que defiende los extremos y es defendida por los fuertes situados en ellos. Tambien suele ponerse en aquel parage una torre con linterna, para que sirva de guia á las embarcaciones y no peligren quando intenten entrar de noche. Las ciudadelas son de grande utilidad en las plazas marìtimas particularmente quando es fácil la entrada del puerto, porque pudiendo sorprenderlas los buques enemigos, serán rechazados fácilmente por los fuegos de aquella obra. En su colocacion debe observarse que domine el puerto, la plaza y la campaña.

CA-

CAPITULO X.

DE LOS FUERTES DE CAMPAÑA.

207 POr fuertes de campaña se entienden varias obras defensivas que se hacen en tiempo de guerra para cubrir puestos importantes: fortificar algunas partes del campo : defender las cabezas de los puentes &c. La magnitud de estos fuertes varia segun el objeto á que se aplican. Su línea de defensa se hace siempre menor que las de las plazas fortificadas, y puede extenderse de 40 á 60 toesas : el foso de 12 á 15 pies de ancho y 8 ó 9 de profundo, y el parapeto de 9 á 10 pies de espesor y $7\frac{1}{2}$ de alto. Quando el tiempo y circunstancias lo permiten se disponen estas obras con camino cubierto y estacada. Si esta se construye orizontalmente hacia el extremo exterior del parapeto, quando los fuertes tienen mas de 9 pies de elevacion, será muy útil á la defensa. Quando estas obras triangulares ó quadradas tienen poca extension se llaman reductos : si estàn fortificadas con baluartes ó medios baluartes se nombran fortines ó fuertes, y los que tienen mas de quatro lados se dicen fuertes en figura de estrella.

DEL

DEL REDUCTO.

208 La magnitud de los reductos se determina por el número de tropa que debe guarnecerlos, regulando 3 pies por cada hombre en la extension del parapeto; pero no teniendo esta obra mas defensa que la directa, es necesario advertir que las muy grandes son proporcionalmente menos ventajosas que las pequeñas y las dispuestas con ángulos entrantes y salientes. La entrada de los reductos se hace en medio de uno de sus lados, dándole 2 ó 3 pies de latitud. Si se hubiere de introducir artillería se proporcionará la entrada con este respeto. Los cañones se colocan á barbeta en los diferentes ángulos del reducto.

DEL MODO DE FORTIFICAR EL *triángulo.*

209 Aunque el triángulo es la figura menos á propósito para fortificarse por la poca abertura de los ángulos, sin embargo como puede ocurrir la necesidad de usarlo en campaña, explicarémos los varios modos de fortificarlo admitidos hasta el presente.

PRI-

PRIMER METODO.

210 Para fortificar el triàngulo AK*e* fig. 14 lám. 5 divídase el lado A*e* en cinco partes iguales : tómese una de ellas para cada semigola AD , E*e*. Divìdanse asimismo por mitad los àngulos A, *e* con las rectas AH , *e*L iguales á las semigolas AD , E*e* : desde los puntos D , E tìrense las líneas de defensa DL , EH , y en los mismos puntos fórmense con la cortina DE los ángulos EDF , DEG de 100 grados , y quedarán determinados los flancos DF , EG y las caras HF , GL de los mèdios baluartes que corresponden á este frente , y haciendo la misma operacion sobre los otros dos lados se tendrà fortificado el triángulo.

METODO SEGUNDO DE FORTIFICAR el triángulo.

211 Sea el triàngulo ABC fig. 15 el que se quiere fortificar : divìdase el lado AB en tres partes iguales AD , DE y EB. En la prolongacion del lado CA tómese AF igual AD y tírese FB : en el punto D fórmese el ángulo BDG de 100 grados y quedará determinado el flanco DG y la cara FG. Hágase igual construccion sobre los otros dos lados, y se tendrá fortificado el triàngulo con un medio baluarte en

cada àngulo. Tambien suele fortificarse el triàngulo reduciéndole á figura de estrella. Para esto divídase cada uno de sus lados como AB fig. 17 en tres partes iguales AD, DE y EB : sobre la del medio DE fórmese el triángulo equilátero DFE, y haciendo igual construccion sobre los otros dos lados quedarà fortificado el triángulo ABC.

PRIMER METODO DE FORTIFICAR el quadrado.

212 Sea el quadrado ABCD fig. 21 làm. 6, que ha de fortificarse con medios baluartes. Divídase cada uno de sus lados como AD en tres partes iguales. En la prolongacion de DC, hágase DE igual á una de estas partes y tambien DF. Señálese el punto G en medio de AF y tírese la recta EG: fórmese en F el ángulo GFH de 100 grados próximamente ó mayor que un recto, y se tendrá el medio baluarte DEHF, cuya capital es ED: la cara EH: el flanco HF y la semigola FD. Hágase igual construccion sobre los otros ángulos A, B, C y quedará fortificado el quadrado.

SEGUNDO METODO.

213 Sea el quadrado ABCD fig. 22: levántese en medio del lado AD una perpendicular

EF

EF igual á la octava parte del mismo lado y tìrense las líneas AF , DF. Hágase lo mismo en los demas frentes y se tendrá fortificado el quadrado en figura de estrella.

TERCER METODO.

214 Siendo ABCD fig. 23 el quadrado que ha de fortificarse, divìdase cada lado en tres partes iguales. Sobre la del medio EF fórmese el triángulo equilátero EFG y quedará fortificado el quadrado haciendo igual construccion sobre los demas lados.

METODO DE FORTIFICAR EL PENtágono regular en figura de estrella.

215 Si el pentágono regular ABCDE fig. 24 ha de fortificarse con cinco ángulos salientes : levàntese en medio de cada lado AE una perpendicular FG igual á la sexta parte del mismo lado : tírense las rectas AG , EG , y haciendo igual construccion sobre los demas lados quedarà fortificado el pentágono como se pide.

CONSTRUCCION DE LA TENAZA simple.

216 Para construir la tenaza simple determì-

mínese la longitud del lado AB fig. 25 segun el objeto y magnitud de la obra, y suponiendo dicho lado de 60 toesas divídase por medio en E: levántese la perpendicular EF igual á la quarta parte de AB, y tírense las rectas AF, BF que forman el ángulo entrante de la tenaza. En los puntos A, B levántense sobre AB las perpendiculares AC, BD y quedarà delineada la magistral de la tenaza: luego se le hará parapeto, foso y camino cubierto si el tiempo y circunstancias lo permiten.

CONSTRUCCION DE LA TENAZA doble.

217 Para construir la tenaza doble se formará primero la simple CAEBD fig. 26. Divídanse por medio en los puntos G y F los lados AE, EB: alárguese tambien la perpendicular EL hasta que LK sea igual á la mitad de AG y tirando las rectas KG, KF quedará trazado el frente AGKFB de la tenaza. Estas obras se emplean en la fortificacion de los campos, líneas y plazas con el fin de ocupar los parages en que puede establecerse el enemigo para incomodar à los defensores en sus obras. Quando la gola de las tenazas es menor que su frente se llaman á cola de golondrina, y si la gola se hace mayor que el frente, se nombran tenazas á contra cola de golondrina.

PAR-

PARTE NONA.

DE LAS MINAS Y CONTRAMINAS.

218 UNa de las partes mas esenciales del arte de la guerra es la ciencia de las minas y contraminas. Para adquirirla con perfeccion es indispensable tener conocimiento de la geometrìa y fortificacion, de la calidad y circunstancias de toda suerte de terrenos: de la teórica de la pólvora y de los efectos de su inflamacion.

DEFINICIONES.

219 Mina es un conducto ó excavacion subterránea en cuyo extremo se dispone una recámara para colocar la pólvora. La extension de la mina AB fig. 1ª. lám 7 que se halla en la direccion de su principio se llama *galería* y los conductos BC, BD que de la mina salen á derecha ó izquierda se nombran *ramales*, cuya capacidad es menor que la de las galerías. En los extremos de estas y de los ramales se disponen unas excavaciones E, F, G en figura cúbica ó esférica, capaces de contener la pólvora necesaria para volar lo que está encima. Si es-

estas recámaras se hallan desde 4 hasta 12 pies debaxo del terreno, se llaman *fogatas*, y *hornillos* quando están mas profundas. La mina que tiene uno solo se llama simple: dupla si tiene dos: tripla la que tiene tres &c. La perpendicular FC fig. 2 levantada desde el centro del hornillo hasta el plano exterior del terreno ó sólido, se llama *línea de menor resistencia*. La concavidad que se manifiesta en el terreno despues de inflamada la pólvora se nombra *voladura de la mina*. Su diámetro AB en la superficie del terreno es duplo de la línea de menor resistencia segun el parecer general de los autores.

CAPITULO I.

DEL CALCULO DE LAS MINAS.

220 PAra que la mina produzca su efecto sin causar mas estrago del que se pretenda, es necesario cargar los hornillos con proporcionada cantidad de pólvora, y las operaciones que se practican para determinarla es lo que llamamos cálculo de las minas. Este consiste en hallar la solidez del terreno que se pretende volar, y sabiendo el número de libras de pólvora que se necesitan para hacer saltar una toesa cúbica de cada uno de los distintos terrenos

que

que se conocen, haciendo luego las multiplicaciones correspondientes se tendrá determinada la precisa cantidad de pólvora.

221 Aunque son muchas las diferentes calidades de terreno que pueden presentarse para abrir las minas, ha manifestado la práctica que las mas usuales son las siguientes, y que las libras de pólvora necesarias para volar una toesa cúbica de cada una de ellas, es el que tambien se señala à continuacion de las mismas tierras.

Tierra comun virgen.	15.
Greda, arcilla ó tierra grasa mezclada con guijarros.	18.
Mamposterìa de piedra ó ladrillo.	20.
Obras de canteria ó peñascos que puedan saltar sin opresion.	24.
Idem con tenacidades resistentes ó en los cimientos.	30.

222 Hay distintas opiniones sobre la figura que forma la voladura de las minas. Unos quieren que sea cono perfecto: otros cono truncado y otros paraboloyde. En las dos últimas figuras están mas conformes, porque sus solideces resultan próxîmamente iguales en los cálculos que pondrémos á contînuacion baxo una misma línea de menor resistencia, y la del cono perfecto difiere notablemente.

CAL-

CALCULO DE LA SOLIDEZ DE UN cono perfecto cuya línea de menor resistencia sea de 20 pies.

223 Sea el cono ABF fig. 2 la excavacion que hace la voladura de una mina, cuya línea de menor resistencia ó exe del cono CF igual al radio AC del círculo superior sea de 20 pies y su duplo 40 será el diámetro AB. La solidez del cono es igual al producto de su base por el tercio de la altura. Hállese pues la superficie de la base con esta proporcion $14 : 11 :: 40^2 : 1257$: multiplíquese esta por el tercio de la altura, y tendrémos $1257 \times \frac{20}{3} = 8380$ pies cúbicos solidez del cono. Suponiendo aora que el terreno en que se pretende hacer la voladura es tierra comun virgen, y sabiendo que para cada toesa de esta especie son necesarias 15 libras de pólvora, reducirémos á toesas los 8380 pies cúbicos solidez hallada, partiendo esta cantidad por 216 pies cúbicos que tiene una toesa, y el cociente 39 es próxîmamente el número de toesas cúbicas de que consta la solidez de la parte que se pretende volar. Multiplíquese aora 39 por 15 y el producto 585 serán las libras de pólvora necesarias para cargar el horni

CALCULO PARA UN CONO truncado.

224 Si la excavacion formase esta figura, hallarémos su solidez determinando primero la del cono recto completo, y despues la de otro cono cuyo diámetro de la base sea mitad del de la total, respecto de que por la experiencia se sabe que el radio del pequeño circulo que corresponde al hornillo es mitad del superior de la voladura. Sea el cono truncado ABHG fig. 3 el que forma la voladura: F el centro del hornillo: CF la linea de menor resistencia, de 20 pies igual á CB radio del círculo superior: luego CX exe del cono total será de 40 pies, y FH radio del círculo menor de 10. Para la solidez del cono total tendrémos $14 : 11 :: 40^2 : 1257$ superficie de la base, que multiplicada por el tercio de la altura tendrémos $1257 \times \frac{40}{3} = 16760$ pies cúbicos que tiene de solidez el cono total. El diámetro GH de la base del parcial GXH es de 20 pies: luego tendrémos $14 : 11 :: 20^2 : 315$ superficie de la base, y $315 \times \frac{20}{3} = 2100$ la solidez. Réstese esta de la del cono total y el residuo 14660 es la solidez del cono truncado ABHG. Las libras de pólvora con que deberá cargarse se determinarán como en el exemplo anterior.

CALCULO PARA UN PARABOLOYDE.

225 Sea el paraboloyde ABM fig. 4 la excavacion ó voladura de la mina, hallándose el centro del hornillo en el focus F, y siendo la línea de menor resistencia CF de 20 pies igual al radio CB de la base superior. Sabemos que la solidez del paraboloyde es igual á la superficie de la base por la mitad de la altura : luego determinando esta y la base tendrémos la solidez. Supóngase la línea de menor resistencia $CF = CB = a$: la distancia FM del focus al vértice de la paràbola sea igual x : luego $CM = a + x$.

Tirada la recta FB tendrémos $(FB)^2 = (CB)^2 + (FC)^2 = 2a^2$ por ser rectángulo el triángulo FCB. Por la propiedad de la parábola es $FB = CM + FM = a + 2x$ y quadrando será $(FB)^2 = a^2 + 4ax + 4x^2$: Comparando los dos valores de $(FB)^2$ tendrémos $2a^2 = a^2 + 4ax + 4x^2$ y trasponiendo y reduciendo $x^2 + ax = \frac{a^2}{4}$. Resuélvase esta equacion del segundo grado y saldrá $x = -\frac{a}{2} + \frac{\sqrt{a^2}}{2}$.

Substitúyase el valor de $a = 20$ y resulta $x = -\frac{20}{2} + \sqrt{\frac{400}{2}} = -10 + \sqrt{200} = -10 + 14.14 = 4.14$. Añadiendo aora á $CF = 20$ el valor $FM = 4.14$ ten-

tendrémos 24.14 por la altura CM. La superficie de la base se tendrá fàcilmente con esta proporcion $14:11::1600:\frac{1600\times 11}{14}=1257.14$, y multiplicada por 12.07 mitad de la altura resulta 15174 pies cúbicos de que consta la solidez del paraboloyde. Las libras de pólvora con que debe cargarse el hornillo se determinan del mismo modo que en los cálculos anteriores.

226 Por ellos se advierte que baxo una misma línea de menor resistencia, es la solidez del cono perfecto de 8380 pies cúbicos: la del cono truncado de 14660 y la del paraboloyde de 15174, cuyas solidecés comparadas entre sí manifiestan la notable diferencia entre el primer sólido y cada uno de los dos ùltimos, fundàndose en esto la opinion de los autores sobre adoptar el cono truncado y el paraboloyde para usarlo indistintamente, y despreciar el cono perfecto como se dixo § 222.

227 Calculada la solidez del terreno que se pretende volar y la cantidad de pólvora necesaria para producir el efecto que se pretende, resta solo determinar las dimensiones del hornillo ó recipiente en que ha de colocarse. Su figura debiera ser esférica por mas al proposito para aumentar el esfuerzo de la pólvora; pero no siendo fácil su construccion en esta forma

se hacen por lo regular de figura cúbica. En este concepto sabiendo que en un cúbo de 14 pulgadas de lado caben 67 libras y 3 onzas de pólvora segun se dixo en el tomo 4°. pàg. 106, tendrémos el lado del cubo que se pretenda con esta proporcion, 67 libras y tres onzas de pólvora es à $(14)^3$, así las libras de pólvora que deba contener el hornillo, al cubo que debe formar, y extrayendo la raiz cúbica se tendrà el lado. Este recipiente se hace de madera y por consiguiente la excavacion del terreno en que ha de colocarse debe estar aumentada con proporcion al grueso de las maderas, y por lo general se dan al lado del cubo que forma la excavacion 9 ò 10 pulgadas mas de lado que el cubo deducido por el càlculo para colocar la pólvora.

228 En el uso ordinario de cargar las minas se atiende solamente al peso de las tierras que han de volar los hornillos sin contar con su tenacidad, lo que es de mucha consideracion, no bastando para proporcionar exâctamente las cargas de los hornillos, averiguar las cantidades de tierra que han de aventar, porque si las cargas se hacen en razon de estas cantidades, quanto mayor sea el hornillo, se aumentarà el exceso de su carga.

229 Por la geometría se tiene que los cuerpos

pos semejantes se hallan en la razon de los cubos de sus exes: luego los sólidos producidos por la inflamacion de la pólvora en la voladura seràn como los cubos de las lìneas de menor resistencia. Tambien està demostrado que las superficies de los cuerpos semejantes son como los quadrados de sus exes: y como la tenacidad de las tierras en el efecto de un hornillo corresponde á la superficie de los cuerpos que han de volar, es evidente que han de tenerse presentes el peso de las tierras y su tenacidad, lo que se determina por los quadrados y cubos de las lìneas de menor resistencia. Tambien se sabe que en dos cuerpos semejantes y desiguales el mayor tiene aproporcion menor superficie que el menor: luego si dos hornillos tienen sus líneas de menor resistencia el uno de 10 pies y el otro de 20, seràn sus tenacidades como 100 à 400, y el peso de las tierras como 1000 à 8000, y por consiguiente el peso de las tierras del menor hornillo es 8 veces menor siendo su tenacidad solo 4: por lo que si en la carga de los hornillos se atiende solamente al peso de las tierras que han de volar, se consume inútilmente mucha pólvora en la carga de las mayores, la que puede ocasionar perjuicio à los que la sirvan, siendo por tanto necesario hacer experimentos que se pudieran practicar del modo siguiente.

Ele-

230 Elegido un terreno de igual consistencia hágase una mina con 3 ó 4 hornillos que tengan igual línea de menor resistencia y cárguense con distintas cantidades de pólvora, y el que produgese solo el efecto de mover la tierra desde el hornillo hasta la superficie exterior, que formará en esta parte la periferia de un circulo, indicará la carga necesaria para vencer la tenacidad. Dispónganse en el propio terreno otros 3 ó 4 hornillos cuyas líneas de menor resistencia sean iguales á las de los primeros: cárguense estos con distintas cantidades de pólvora pero mayores que las del primer ensayo, y hechas las voladuras de estos hornillos, la que se manifestase suficiente para aventar las tierras de su voladura, comprende la fuerza necesaria para vencer el peso de las tierras y su tenacidad: y como ya se tiene conocida la cantidad de pólvora necesaria para lograr este último efecto, restada esta de toda la empleada en el segundo experimento, la diferencia dará la correspondiente al peso de las tierras. Sentado este principio experimental, quando se trate de investigar la carga para otro hornillo de distinta lìnea de menor resistencia, se hallará aquella con dos proporciones, valiéndose para la tenacidad, del quadrado de la nueva línea de menor resistencia comparado con el del primer experimento, tomando por tercer término su carga,

ga, y semejantemente valiéndose de los cubos de las líneas de menor resistencia y de la carga resultante por las voladuras de experimento, se tendrá la necesaria para vencer el peso de las tierras, y la suma de los dos quartos términos de estas proporciones darán la carga necesaria en el caso propuesto para lograr la voladura completa sin defecto ni exceso en la carga: y así como para auxîlio de la práctica se tienen formadas tablas para asignar las cargas con respeto á la calidad de las tierras y línea de menor resistencia, pudieran formarse estas mismas divididas: es decir una respeto al peso de las tierras y otra á su tenacidad.

DE LAS MAXIMAS QUE HAN DE tenerse presentes para la abertura de una mina.

231 Antes de abrir la mina debe saberse la altura de la muralla por la parte que se pretende volar: su grueso y demas circunstancias que puedan variar el cálculo de la pólvora necesaria para cargar los hornillos. La mina que se abre en la cara del baluarte es preferible á las que pueden hacerse en qualquiera otra parte del recinto, y antes de principiarla, se han de arruinar las defensas y flancos que puedan oponerse á este trabajo, teniendo tambien libre

el

el paso del foso siendo seco. Debe huirse para formar los hornillos de parages bovedados por donde se dilate la pólvora sin producir su efecto. Determinada la abertura de una mina ha de acelerarse todo lo posible su construccion para evitar que el enemigo contramine. Los hornillos construidos en los cimientos de la parte que se pretende volar , son preferibles á los de otro qualquier sitio , debiendo aumentarse un tercio la pólvora que resulte necesaria para el cálculo. Sus centros deben distar entre si mas que el duplo de la línea de menor resistencia , y por la parte de la boca de la mina se ha de macizar el retorno ó galería de modo que no pueda exâlarse por ella la pólvora de la carga. Hade procurarse quanto sea dable la mayor profundidad de las minas sin caer en el inconveniente de mucha humedad que seria perjudicial para la pólvora. Si el parage que se pretende minar estuviese contraminado , es forzoso inutilizar estas obras ó dirijir la mina por donde no se encuentren. Para dar fuego á los hornillos debe medirse el tiempo de modo que salten á uno mismo los dispuestos en el revestimiento de la muralla , y en instantes succesivos los que estàn en el terraplen , para que cayendo las tierras sobre la brecha abierta por los primeros fórmen rampa.

DE LA CONSTRUCCION Y DIRECCION de las minas.

232 Todas las operaciones que se practican para preparar las minas, son prolixas y requieren sumo cuidado por parte del sugeto que las dirige; pero el punto mas delicado y que exîge toda la atencion del minador, es la construccion y direccion de la galerìa y ramales, pues el mas leve descuido en esta parte inútiliza todo el trabajo y expone á perecer los operarios, como se ha verificado alguna vez. Para principiar la mina se ha de elegir algun parage oculto á los fuegos de la plaza, midiendo exâctamente con cuerdas, plancheta, semicírculo, grafómetro ó teodolite, la distancia orizontal que huviese desde este punto al que se marque en la parte del recinto que se pretende volar: esta medida se traslada al pequeño plano que debe tenerse de aquel terreno. Luego se abre un pozo perpendicularmente ó con algun suave declivio hacia la plaza, profundizándole hasta que su fondo esté dos pies mas baxo que el de la galería, en el concepto de que esta ha de pasar por debaxo de los cimientos de la contraescarpa. Si huviese recelo de que el foso puede ser inundado de agua, debe pasar mas profunda la galería.

233 Finalizado el pozo se clavan dos pi-

quetes en los extremos del diámetro de su boca que se halla en la direccion del punto marcado en la muralla, y asegurando en ellos unos cordones ó vetas delgadas, se dejan caer perpendicularmente hasta el fondo del pozo, clavando en estos puntos otros dos piquetes que sirven para dirigir la galería. Esta se principia dándole de quatro à cinco pies de alto y $3\frac{1}{2}$ de ancho con un suave declivio hacia el pozo para que puedan correr á él las aguas que acaso se encuentren en la extension de la mina, pues á este fin se hizo el pozo mas profundo que la galería, y para que estas aguas no atrasen el trabajo, se hace en uno de los ángulos inferiores de la galería un pequeño canal por donde puedan correr hasta el pozo, de donde se sacan con cubos ó bomba. Quando se hayan abierto dos varas de galería, se observará su direccion por medio de los piquetes clavados en el fondo del pozo, y otro tercero que puede añadirse en medio de estos, que será el centro de aquel, repitiendo esta observacion al paso que se vaya abriendo la galería.

234 Para esta faena se destinan dos minadores con los instrumentos que requiera la calidad del terreno, trabajando sentados ó de rodillas, y la tierra que estos muevan la recogerá otro en espuertas, para que las vacien otros dos en un carretoncillo con quatro ruedas que

se

se lleva à la boca de la galería , por medio de tirantes entre quatro operarios que se hallarán en este sitio , y descargado le introducirán de nuevo los destinados á cargarle por medio de otro tirante que tendrá en la parte opuesta. Conviniendo que este trabajo sea incesante, se mudan los trabajadores de quarto en quarto ó de media en media hora à lo sumo , pues siendo tan fuerte esta fatiga seria insoportable para mas tiempo.

235 Si el pozo con que se principia la mina se abre en parage descubierto de la plaza ó expuesto al riesgo de que puedan los enemigos arrojar á el granadas ú otros artificios de fuego , se cubre la boca con un cubichete formado sobre quatro pilares ó pies derechos de robustez competente para que puedan sostener el peso del cubichete , que ha de cubrirse con tepes ú otra materia capaz de resistir las granadas y artificios de fuego.

236 Para que los operarios no se sofoquen y puedan tràbajar con algun desahogo, es necesario ventilar las minas para que circule el ayre por ellas. A este fin quando la profundidad de las galerìas no pasa de 6 pies debaxo de la superficie del terreno , se hacen respiraderos por lo interior con taladros que giran por medio de tornillo : y si la mina fuese mas profunda se introduce el ayre por una manguera de lona con

arcos de hierro en su parte interior para que se mantenga hueca, aplicándole en la boca un fuelle grande ó barquin que se moverá incesantemente.

237 El individuo que dirige la mina debe observar cuidadosamente la especie de terreno que se halla en su extension, porque si se encuentra alguna tierra floxa ó arenisca, es preciso apuntalarla para que no perezcan los minadores. Para esta operacion que se llama *cofrar* la galerìa se tienen prevenidos quartones de quatro pulgadas de grueso con los quales se forma un rectángulo ABCD fig. 5 cuyos lados inferior y superior llamados solera y cumbrera tienen de largo 4½ pies, y los laterales que se llaman puntales ó pies derechos 5 pies. Todos deben hallarse bien unidos y perpendiculares entresi, sugetàndolos con cuñas para que queden bien unidos á los lados de la galería. A distancia de tres pies se coloca otro igual rectángulo, y de uno á otro se ponen tablas por lo superior y tambien por los costados si lo pide la calidad de las tierras. En igual forma se continua esta operacion al paso que se abre la galerìa, y se podrà trabajar en ella sin sobresalto ni riesgo. Si el terreno en que debe hacerse la mina fuese duro ó piedra no muy fuerte, deben elegirse los minadores mas diestros en trabajar á pico y cincel sin usar jamas de barrenos ó petardos. Si la piedra

dra fuese muy dura es forzoso variar la direccion, separándose de ella por medio de ramales hasta que vencido el inconveniente pueda volverse á buscar la primera línea proyectada para llegar al objeto que se pretende volar.

238 Tambien deben hacerse uno ó mas retornos quando la distancia AH fig. 6 que hubiese desde el principio A de la galerìa hasta el punto H donde ha de colocarse la pólvora, no fuese un tercio mayor que la línea de menor resistencia, para evitar el riesgo de que obre la voladura hacia esta parte, frustrándose la idea propuesta en este trabajo. Para simplificar el de volver á la primera direccion quando se hacen ramales, ya sea por obstáculos del terreno ò por necesidad de aumentar la fuerza, conviene que se hagan en ángulo recto, pues en tal caso midiendo la distancia BC del mayor desvio, y suponiendo que se halló de 12 pies, deben componer esta misma longitud los dos DE, FG. Si la figura del peñasco que estorva la direccion, no permitiese que los ramales se hagan en ángulo recto, es indispensable trabajar con suma prolijidad para asegurarse de que vencido el inconveniente se vuelve á la primera direccion. Pudiera practicarse esta operacion hallando el valor de los àngulos que forman los retornos por trigonometrìa ó con un semicìrculo graduado; pero la práctica ha manifestado que es mas sénci-

cillo y exácto el uso de la plancheta si los retornos se hacen con sus lados paralelos entre si. Para mas cabal inteligencia de esta operacion harémos la aplicacion á un exemplo.

239 Sea AB fig. 7 la direccion de la mina y que por encontrarse en ella un peñasco es forzoso hacer los retornos CD, DE, EF, FG, GH, HY hasta volver á buscarla. Cúbrase la plancheta fig. 8 con papel de marca bien extendido y tìrese en el la línea de direccion *a b*, y colocando este instrumento en medio de la galerìa à su entrada, póngase el bloc de modo que se ajuste con la línea AB fig. 7. Mídase la distancia AC sobre el terreno y traslàdese en partes de la escala desde el punto *a* hasta el punto *c* fig. 8 en que principia el retorno. Traslàdese la plancheta al punto C fig. 7 y oriéntese en él de modo que coincida la lìnea AB con la *a b* : póngase un piquete en A y una luz en D y dirigiendo á ella el bloc, haciéndole girar al rededor del punto *c*, tírese la visual *c d* indeterminada : mìdase la distancia CD y traslàdese en partes de la escala desde *c* á *d*. Repitiendo las mismas operaciones en los puntos E, F, G y H se habrá vuelto á la primitiva direccion AB. Si se quiere saber la distancia directa que se abanzó por los retornos, báxense las perpendiculares *f d*, *b f*, y las partes que dieren en la escala manifestarán la distancia CY sobre el terreno.

DEL

DEL MODO DE CARGAR LAS MInas y darlas fuego.

240 Antes de colocar la pólvora en los hornillos debe tenerse preparada la salchicha con que se les da fuego, que consiste en una funda de lienzo fuerte de $1\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro cosido á costura doble. Esta se llena de pólvora, proporcionando antes la longitud ó duracion de las que correspondan á distintos hornillos, de suerte que tomando fuego de la que corre á lo largo de la galerìa principal, salten los hornillos á un mismo tiempo ó en instantes succesivos segun convenga.

241 Si el terreno es seco en toda su extension y la mina ha de volarse inmediatamente despues de cargada, se abre una rígola ò canal de 3 pulgadas en medio del pavimento de la galerìa y ramales, redondeándola en los ángulos que estos forman: se introduce en él la salchicha y se cubre con tablas al tope. Quando ha de estar algun tiempo cargada la mina ó el terreno es humedo, se encierra la salchicha en un paralelepípedo de madera bien calafateado, y de robustez competente para que no lo rompa el peso de la materia que cargue sobre él al tiempo de atacar la mina, y se coloca en medio del suelo de la galeria y ramales ó en uno de sus lados medio pie mas alto que el pavimento, para

ra

ra mayor preservacion de la humedad.

242 Preparada la salchicha, se cargan los hornillos llevando en sacos de á 50 libras la pólvora correspondiente á cada uno, principiando esta operacion por el último. Antes de vaciar la pólvora se colocan en el fondo de las recámaras algunos sacos viejos para preservarla de humedad. El extremo de la salchicha debe quedar entre la pólvora, asegurada con una clavija para que en caso de encojerse el lienzo no se retire y deje de producir el efecto de la inflamacion. Las luces que se llevan para este trabajo son de cera puestas en linternas secretas y á la mayor distancia posible para evitar todo riesgo.

243 Cargados los hornillos se cierra su entrada con tablones gruesos asegurados con quartones puestos en forma de aspa, acuñándolos á fuerza de mazo. Luego se cubren los resquicios con estiércol ó tierra húmeda, y despues se llena el ramal con tierra, piedras ú otra materia que macice su hueco. En cada uno de los ángulos que forman los retornos se coloca una cubierta de tablones, asegurados con maderos diagonales como la entrada del hornillo, y se sigue rellenando hasta la galería principal, y de esta lo preciso hasta asegurarse de que por esta parte se tiene un tercio mas de fuerza que la línea de menor resistencia, para evitar que la pól-

pólvora haga su efecto hacia la boca de la mina. El extremo de la salchicha debe quedar entre sacos al principio de la mina, custodiada con la mayor vigilancia hasta el punto de dar fuego, cuyo acto debe presenciar el Oficial encargado, retirándose inmediatamente á paraje de donde pueda observar el estrago que produzca la voladura.

DE LAS MINAS PASAGERAS.

244 Minas pasageras son las que se abren en forma de zanja, haciendo en las extremidades de los ramales, pozos capaces de contener unos cajones de madera que se llenan de pólvora, bombas y granadas cargadas. Tales minas se construyen regularmente en parages estrechos por donde debe pasar el enemigo: en el frente de un campo de batalla: en los reductos, emboscadas y entradas de puentes, fortificados con tierra y faxinas. La figura 9 representa una de estas minas cuya construccion y uso es el siguiente. Sea por exemplo AB la direccion del camino ó parage por donde ha de pasar el exército enemigo. Abrase la zanja principal de competente anchura y dos pies de profundidad, en el concepto de que solo sirve para conducir por ella la salchicha. Diríjanse los ramales CD, EF ó los que se juzgen convenientes segun la exten-

sion del terreno que se pretenda ocupar con las minas. En sus extremos àbranse los pozos Z profundizàndolos 8 pies y disponiendo su entrada con declivio por el lado de la zanja.

245 Abiertas estas y los pozos se coloca en su fondo un cajon de madera con pólvora hasta la altura de 10 pulgadas, colocando sobre ella bombas y granadas cargadas con espoletas de poca duracion puestas hacia baxo. Sus intersticios se llenan tambien de pólvora, y en la del fondo se introduce y asegura con clavija el extremo de la salchicha, que debe correr por su canal colocado á lo largo de los ramales y galería, hasta el principio A por donde se ha de dar fuego al tiempo oportuno.

246 Cargados los pozos se cubren los cajones con gruesas tablas, y luego se macizan con tierra bien apisònada hasta la superficie del terreno, y haciendo lo mismo en toda la extension de las zanjas, se ponen encima piedras y algunas matas para que no advierta el enemigo lo que està debaxo de aquel terreno.

247 Prevenidas las minas se abre el foso GH en direccion perpendicular á la zanja principal, y se forma con fajinas y tierra el parapeto GY para que estén ácubierto los minadores y tropa. Esta llama la atencion del enemigo con descargas, y quando para atacarla llega á ocupar el terreno en que están dispuestas las minas, se las

da

da fuego retirándose con aceleracion al cuerpo del exèrcito ó plaza mas próxîma. Con tales minas dispuestas en la entrada de un bosque por *Tomas KauliKan* en el año de 1719 arruino el exército turco sin embargo de ser considerablemente mayor que el suyo.

DEL MODO COMO SE DAN BARRENOS EN LAS ROCAS.

248 Quando se quiere hacer saltar una porcion de roca valiéndose de barrenos, se disponen éstos verticalmente siempre que las circunstancias lo permiten. Para abrir el barreno son necesarios tres hombres, y de ellos uno debe estar sentado para hacer girar la barrena un quarto de su circunferencia en cada uno de los golpes que den con ella los dos que están en pie para suspenderla y dexarla caer. De tiempo en tiempo se echa en el barreno una porcion de agua para que ablande la piedra y no se destemple la boca de la barrena, sacando con una cuchara la demolicion hasta que tenga la profundidad competente, que por lo regular es de 6 pies. Para cargar el barreno despues de bien limpio y enjuto, se le pone à granel en el fondo la cantidad de pólvora necesaria que será hasta la mitad, el tercio, ó la quarta parte de la longitud del barreno, segun fuese mas ó menos dura la piedra. Luego se introduce hasta la mi-

tad de la pólvora una aguja de alambre para que forme el oido por donde se ha de dar fuego. Hecho esto se pone sobre la pólvora una tonga de yeso seco ó polvo de tierra bien seca, comprimiéndola con atacador, y encima se van colocando y atacando tongas de greda mezclada con piedrecitas ó pequeños trozos de ladrillo para que travàndose bien estas materias quede el ataque con tal resistencia que no pueda obrar por él la polvora inflamada. Al paso que se atacan las distintas tongas se mueve la aguja perpendicular y circularmente para que vaya formando el oido, y se pueda sacar sin dificultad al tiempo de cebar : para lo qual se saca con sumo cuidado limpiando el oido continuamente por la parte superior para que no se le introduzca alguna tierra ó piedrecita. La pólvora del cebo se introduce poco á poco, y quando el oido està lleno se pone encima una porcion de ella, y sobre esta un papel en cuyo centro se halle una yesca metida : se la da fuego por la parte superior y se aparta la gente hasta que se inflama la pólvora. Quando la situacion del peñasco obliga á que el barreno se abra orizontalmente, se carga con la pólvora encartuchada y se ceba con estopin. Tambien se disponen barrenos debaxo del agua quando conviene hacer navegable algun rio cuyos peñascos lo impiden : para limpiar de tales estorvos la entrada de algun puer-

to

to ò proporcionar en él, buen fondeadero á las embarcaciones.

249 Si el peñasco que se pretende barrenar tuviese encima de 3 á 4 pies de agua, es suficiente una barrena ordinaria de corte y cabeza con la longitud de 6 pies y el diámetro de $1\frac{1}{2}$ ó 2 pulgadas. Para esta operacion se dispone una plancha en que pueden trabajar tres hombres: dos para hacer girar la barrena y uno para que en su cabeza de golpes con maza de hierro, sin que sea necesario limpiar el barreno por que el agua misma se lleva la demolicion. Abierto el barreno perpendicular ú obliquo segun lo pida la línea de menor resistencia del peñasco, se le introduce la carga en un cilindro de oja de lata ó carton embreado cuyo diàmetro exterior sea poco menor que el del barreno y su longitud la quarta parte de aquel. Del centro del mismo cilindro y bien unido á el sale un canuto delgado de oja de lata hasta un pie mas arriva de la superficie del agua, que lleno de pólvora sirve para comunicar el fuego á la del barreno. Este se ataca con un cilindro de madera bien ajustado para que entre á golpe de mazo, teniendo en el centro un orificio por donde ha de introducirse el canuto que sirve para dar fuego. Luego se aparta la plancha, y por medio de un estopin lento se enciende la pólvora del oido, y comunicando el fuego á la del car-

cartucho produce mas estrago que en tierra, por la presion de la coluna de agua que tiene el peñasco encima, y por esta misma razon debe apartarse prontamente el bote en que se halla el que da fuego.

250 Quando el peñasco en que ha de hacerse el barreno tiene encima de 8 à 16 pies de agua, se usa de barrena que tenga la longitud competente, y se dispone la plancha de modo que en su centro tenga una abertura, para que entre aquel instrumento asegurado con uno ó dos anillos de hierro. Para hacer girar la barrena se le ponen dos maniguetas á la altura regular para que las manejen dos hombres, y la cabeza se golpea por medio de un pequeño martinete ó maza de clavar estacas. Para principiar la operacion es necesario que un buzo reconozca el peñasco y dirija la boca de la barrena al punto que mas acomode. La carga se introduce en igual forma que las anteriores, valiéndose de buzos que hagan esta faena y la de atacar el barreno. Para darle fuego es necesario separarse bien, por que es grande la porcion de agua que levanta la explosion de la pólvora.

DE LAS CONTRA MINAS.

251 A todas las obras de fortificacion que se han ideado para defensa de las plazas hacen

no-

notable ventaja las contraminas , pues al paso que aquellas se destruyen con el cañon , el mortero y demas màquinas y ardides de que se valen los diestros generales , estas obras subterráneas construidas con anticipacion, proporcionan volar al enemigo en sus trincheras , inutilizándole los travajos mas costosos y matándole la gente , sin que pueda precaverse de este riesgo por no ser visibles las operaciones del sitiado en sus galerías y ramales. De aquí resulta que una plaza bien fortificada , dispuestas sus contraminas de modo que se hallen preparados distintos órdenes de hornillos en toda la extension de la explanada , camino cubierto y foso, es casi invencible por ataque.

252 Las galerìas y ramales de las contraminas se abren como las de las minas ; pero si el terreno fuese húmedo ó poco consistente , se revisten interiormente de mampostería ó de madera segun las circunstancias. El revestimiento de mampostería es muy costoso ; pero tiene la ventaja de su mayor duracion y seguridad, al paso que el de madera se halla expuesto á inutilizarse con la humedad. Las contraminas se hacen principalmente con dos objetos, à saber : para oponerse à la mina que intentan hacer los sitiadores , y para volar á estos y destruirles sus trincheras quando forman baterìas en la explanada con el fin de abrir brecha en algun frente

te de la plaza. Las primeras se disponen haciendo una galería principal que circunde la plaza por debaxo del foso, saliendo de ellas ramales que se dirijan á las plazas de armas, camino cubierto y demas puntos donde convenga hacer hornillos, ó à los ramales que se juzgue conveniente abrir para encontrar al minador enemigo. Las contraminas para la explanada se reducen á circundarla con una ó mas líneas de hornillos paralelas á la cresta del camino cubierto, á competente distancia unas de otras y con distinta profundidad para usar de ellas en el modo que se explicarà mas adelante.

DE LA CONSTRUCCION DE LAS CONTraminas en la extension de la explanada.

253 La figura 10 làm. VIII representa el perfil de la contraescarpa, camino cubierto y explanada cortada por un plano vertical, y la figura 11 el plano de los hornillos que corta á la explanada por la lìnea FL de la figura 10, formando con ellas un ángulo de 45 grados. El punto F que debe distar á lo menos 10 pies de la cresta G del camino cubierto, corresponde á la línea AB de la figura 11 que se llama *directriz.* El punto O corresponde á la lìnea SV del primer órden de hornillos, y los puntos M, L á las líneas PN, YQ del segundo y tercer órden. Para trazar

zar en el papel estas figuras señálese el punto F distante de G 10 pies, y suponiendo que la profundidad del primer órden de hornillos ha de ser tambien de 10 pies, tómese FZ de esta dimension, y baxando la perpendicular ZO hasta encontrar á la FL, determinará el punto O que será centro de un hornillo de los del primer órden. Trasládese la distancia FO desde B á I en la perpendicular BR de la figura 11, y tirando por este punto la línea SV paralela à la AB se tendrà la lìnea del primer órden de hornillos cuyos centros C deben estar apartados entre sì 10 pies, distancia igual á su línea de menor resistencia.

254 Para determinar la lìnea en que han de colocarse los hornillos del segundo órden, fórmese sobre la CC, distancia de uno á otro de los primeros hornillos, un triàngulo isóceles CDC cuyos lados CD, CD sean iguales á ZO fig. 10, línea de menor resistencia de los primeros hornillos. Por el punto D fig. 11 tírese la PN paralela à la AB, y en ella se dispondrán los hornillos D del segundo órden colocàndolos de suerte que para cada dos de los primeros haya uno de los segundos, equidistando sus centros entre si. Tìrese la línea ID perpendicular à SV, y transfiérase esta distancia desde O à M en la figura 10. Por el punto M tìrese la MX paralela á OZ y se tendrá la lìnea de menor resistencia de los hornillos del segundo órden.

255 Los del tercero se determinan formando sobre la distancia DD fig. 11 de uno á otro centro de los del segundo, el triàngulo isóceles DED, haciendo sus lados DE, DE iguales à la línea MX fig. 10, que es la de menor resistencia de los hornillos del segundo órden, y tirando por el punto E fig. 11 la YQ paralela á AB se dispondrán en ella los del tercero. Para su repartimiento se observará la misma regla que para los del segundo: esto es que para cada dos de estos ha de haber uno de los del tercer órden, dispuestos en la forma que manifiesta la figura. Tírese aora la ET perpendicular à PN, y esta distancia traslàdese en la figura 10 desde M á L, y tírese LK paralela à MX que determinarà la lìnea de menor resistencia de los hornillos del tercer órden. El valor de las líneas de menor resistencia de cada órden de hornillos se determina en pies, pulgadas y líneas por medio de los cálculos siguientes.

256 En el triángulo rectàngulo FZO cada uno de los lados FZ, ZO resulta por la construccion de 10 pies: luego FO será igual á $\sqrt{(100+100)} = \sqrt{200} =$ 14 pies 1 pulgada y 8 líneas próxîmamente. El triángulo CDC fig. 11 es equilátero, pues siendo isóceles por construccion y cada uno de sus lados CD, CD de 10 pies, tiene esta misma dimension el lado CC por haber prescrito que la distancia entre los centros de los hor-

hornillos debia ser igual à su línea de menor resistencia, de que se sigue que CI mitad de CC será de 5 pies y por consiguiente $ID=\surd(100-25)=\surd 75=8$ pies 7 pulgadas y 9 lìneas próxîmamente. Siendo $ZX=XM-FZ=SM$ fig. 10 resulta $SM=\surd 37\frac{1}{2}$ por ser $SM=\surd(OM^2-OS^2)$ y por consiguiente $ZX=SM=6$ pies 1 pulgada y 5 lìneas próxîmamente: y siendo $XM=ZO+SM$ serà $XM=10+\surd 37\frac{1}{2}=16$ pies 1 pulgada y 5 lìneas próxîmamente, cuyo valor que es el de la lìnea de menor resistencia de los hornillos del segundo órden supondrémos igual c para facilitar el tercer cálculo.

257 El triángulo DED fig. 11 tiene cada uno de sus lados $DE=XM=c$ por construccion, y $DD=20$ pies que supondrémos $=2a$ luego TE serà igual $\surd(ED^2-TD^2)=\surd(c^2-a^2)=12$ pies 7 pulgadas y 8 líneas próxîmamente: supóngase aora $\surd(c^2-a^2)=d$ y se tendrá XK fig. $10=LK-MX=LK-c=\surd\frac{1}{2}d^2=8$ pies 11 pulgadas y 3 líneas próxîmamente: y agregando esta cantidad al valor de $MX=KR$ igual 16 pies 1 pulgada y 5 lìneas, resulta KL de 25 pies y 8 líneas próxîmamente que es la línea de menor resistencia de los hornillos del tercer órden.

FORMULA GENERAL PARA LOS hornillos de qualquier órden.

258 Sea $FZ=ZO=a$ luego $FO=\surd 2a^2$: tam-

bien CD fig. 11 es igual a y CI$=\frac{1}{2}a$: luego ID$=\sqrt{(a^2-\frac{1}{4}a^2)}=\sqrt{\frac{3}{4}a^2}$. Por lo demostrado en la geometrìa son proporcionales FO : OM :: FZ.ZX fig. 10, y en sus valores $\sqrt{2a^2} : \sqrt{\frac{3}{4}a^2} :: a : \frac{a\sqrt{\frac{3}{4}a^2}}{\sqrt{2a^2}}$ $=$OS$=$SM : luego XM lìnea de menor resistencia es igual $a+\frac{a\sqrt{\frac{3}{4}a^2}}{\sqrt{2a^2}}$ que llamarémos b, y será igual DE fig. 11. En el triángulo DED siendo DD$=2a$ por construccion resulta DT$=a$ y TE$=\sqrt{(b^2-a^2)}$: tambien son proporcionales FM: ML :: FX : XK fig. 10, y en sus valores $\sqrt{2a^2}+\sqrt{\frac{3}{4}a^2} : \sqrt{(b^2-a^2)} :: b : \frac{b\sqrt{(b^2-a^2)}}{\sqrt{2a^2}+\sqrt{\frac{3}{4}a^2}}$ $=$MR$=$RL: luego YL línea de menor resistencia de los hornillos del tercer órden será igual $b+\frac{b\sqrt{(b^2-a^2)}}{\sqrt{2a^2}+\sqrt{\frac{3}{4}a^2}}$. En igual forma se continuarà el cálculo si se quisiese mayor número de hornillos.

259 Calculado el valor de las líneas de menor resistencia de cada uno de los hornillos de los tres órdenes, se sabe el diámetro mayor de la excavacion que debe formar su voladura, pues por lo dicho § 219 es siempre duplo de su exe: luego en el primer órden de hornillos será esta dimension de 20 pies : en el 2°. de 32 pies 2 pulgadas y 10 líneas y en el 3°. de 50 pies 1 pulgada y 4 líneas. Sabido esto y que la direc-

rectriz ó línea AB fig. 11 se aparta 10 pies de la cresta G fig. 10 del camino cubierto, tendrémos que se domina la explanada hasta la distancia de 60 pies 1 pulgada y 4 líneas con esta especie de contraminas.

260 Para formar los ramales se abren pozos como NY en el camino cubierto inmediato à la contraescarpa, y quando se tenga la profundidad NJ tal que junta con la altura del parapeto componga 10 pies, se sacará orizontalmente el ramal JO de 46 pies de longitud, por ser esta la correspondiente á la latitud del camino cubierto, distancia desde su cresta á la directriz, y radio de la voladura. En el punto O se forma el hornillo con las circunstancias prevenidas en las minas para las distintas especies de terreno. Para formar los ramales y hornillos del 2°. órden, se profundizará el pozo 6 pies 1 pulgada y 5 líneas hasta el punto P por ser este el valor que resultó á SM § 256. Saquese orizontalmente el ramal PM hasta la longitud de 52 pies 1 pulgada y 5 líneas, y en su extremo se formará el hornillo M que será del 2°. orden. Ultimamente para los del 3°. se profundizará el pozo 8 pies 11 pulgadas y 3 líneas hasta el punto Y: se sacarà el ramal YL de 61 pies y 9 líneas y se formará el hornillo L.

261 Semejantes pozos se abren en la extension del camino cubierto y plazas de armas que cor-

correspondan al frente ó frentes de la plaza que se hayan de contraminar segun el terreno que ocupen las baterìas y ataques del sitiador. Puede ser en alguna ocacion conveniente hacer los hornillos mas profundos ó aumentar los órdenes de ellos, en cuyo caso se calcularán las distancias, líneas de menor resistencia y demas dimensiones correspondientes, por el método explicado en este articulo segun los datos que se adopten.

CONSTRUCCION DE LAS CONTRAMIñas que principian en el foso.

262 Ya se ha dicho anteriormente que esta especie de contramina tiene por objeto la oposicion á la mina del sitiador, y la formacion de hornillos y fogatas para volarle quando llegue á ocupar la explanada, camino cubierto, plazas de armas y el foso. Generalmente se construyen tales contraminas con antelacion al sitio de las plazas, por que siendo prolixo y costoso su trabajo no seria oportuno ni suficiente este tiempo para perfeccionarlo. La galería principal ABCDEF fig. 12 lám. 8 que se llama comunicante debe circundar el foso paralela á la plaza. Los puntos G por donde se dà principio á este trabajo en igual forma que las minas se abren delante de los tenallones ó retrincheramientos

tos

tos del foso. Otra semejante galería como HYJK circunda el foso paralela á la contraescarpa comunicándose con la galería principal por varios conductos L abiertos á la distancia de 6 en 6 toesas, y desde los ángulos entrantes y salientes de la contraescarpa salen de la 2ª. galería los ramales HM, YN, JO &c. siguiendo la direccion de las aristas. Estos conductos sirven para buscar al minador enemigo y disponer hornillos en la explanada, camino cubierto y plazas de armas quando convenga ofender en esta forma al sitiador. La galerìa principal se profundiza regularmente hasta encontrar piedra viva, ó hasta un pie sobre el nivel del agua: su extension es siempre mayor que la de las minas, y por lo regular se afirman con boveda de ladrillo ó mamposterìa. Tambien pueden hacerse de madera pero es necesario atender á que si el terreno tiene humedad se inutilizan en poco tiempo y resultan mas costosas por la necesidad de renovarlas. Los ramales no se revisten de mampostería, por la dificultad que ofreceria esta obra resistente á la abertura de retornos que regularmente conviene dirigir á varios puntos en la ocasion del sitio. Para facilitar la circulacion del ayre se hace achaflanado el arco de las bovedas, disponiendo algunos respiraderos en la extension de la galería: y aunque tambien se abren varios en los ramales, se cierran y apisonan en tiempo de sitio para evitar que el enemigo des-

cu-

cubra estas obras subterráneas que es su principal objeto al tiempo de atacar la plaza. En este caso se ventilan las galerìas y ramales de las contraminas por medio de fuelles y mangueras como se dixo para las minas, ó teniendo dispuesto en lugar de las mangueras un conducto cilíndrico angosto por donde se introduzca el ayre á los extremos de los ramales, con los mismos fuelles.

263 Para que el agua que destila el terreno superior á las galerías no se introduzca en ellas, se hacen canales à uno y otro lado por lo exterior de la bóveda, y á fin de que las que pueden hallarse en lo interior no atrasen ó imposibiliten las operaciones de los minadores, se disponen unos pozos llenos de piedra seca en algunos parajes de la galería, y si esto no fuese suficiente para el desagüe se hacen rigolas ó canales en los lados del pavimento de galerías y ramales para que corran las aguas hasta los pozos G por donde se puedan sacar con bomba ó cubos.

264 Tambien se contraminan los baluartes Q abriendo los pozos R obliquamente en sus golas y dirigiendo la galerìa por debaxo del terraplen con proxîmidad á los estribos del muro como manifiesta la figura. En los rebellines S pueden disponerse las contraminas de la forma que se advierte, abriendo el pozo F y dirigiendo el

ca-

canal FV por debaxo del tenallon y muralla principal para quando se quiera dar fuego desde lo interior de la plaza como sucede regularmente quando el enemigo ocupa aquella obra. En las galerías principales y comunicantes, delante de los cruceros de donde salen los ramales, se hacen varias cortaduras ó pozos de 3 pies de ancho, y de profundidad 7, ó hasta encontrar el agua si està cerca. Hacia la parte de la plaza se pone en cada cortadura un puente levadizo dispuesto de modo que quando se levanta sirva como de puerta al ramal ó galería, impidiendo el paso á los minadores que acaso se hayan introducido en la contramina, y quando se abate cubra el pozo para facilitar el paso de los defensores.

265 Luego que el enemigo se acerca à la plaza se nombran los minadores necesarios, y se aprontan los útiles siguientes: candeleros de hierro y linternas de talco y otras con cristal elíptico, estas para quando se carguen los hornillos y aquellas para alumbrar la galerìa y ramales, velas de cera, avios de encender, mechas, sondas de hierro para barrenar los costados de los ramales por donde pueda escucharse si el enemigo trabaja: mazas de hierro, para introducir las sondas ó catas, barrenas terreras para hacer taladros por donde se introduzcan trombas fétidas y disparen trabucos, trombas féti-

das (a), tapones de madera para cerrar los barrenos quando se gastan las trombas, carbon de encina encendido para quemarlas, trabucos naranjeros, espadas anchas, chuzos cortos, cotas de malla, brazeretes de hierro para manejar las trombas, granadas de rampa cargadas, y de mano cargadas y descargadas, unas y otras con espoleta, estas últimas para arrojarlas al enemigo quando se va á hacer uso de las espadas, tenazas de mano para manejar las ascuas en el uso de la tromba fétida, cubetas de vinagre fuerte para mojar los pulsos, sienes y narices á los minadores quando perciben algun humo del que esparcen las trombas, fuelles manuales para incendiar las ascuas que se introducen en las trombas, salchicha en trozos para comunicar el fuego al humazo ó fogatillas, sacos de lana para pa-

(a) *Las trombas fètidas se preparan á semejanza de los barriles de humo con antimonio, euforbio, asafètida, oropimente, excremento de gato, azufre, salitre y pólvora, todo molido, para que exâle un humo fètido que es su objeto. La inflamacion se hace con ascuas puestas en una esfera de alambre, la qual se introduce por la mayor boca de la tromba tirando de un cordel que la atraviesa y sale por la menor boca, aplicando á esta parte los fuelles para avivar el fuego.*

parapetarse, pistolas y todos los útiles de minadores. Estos pertrechos se depositan en una tienda colocada en el foso.

266 Despues se reparten à lo largo de la galerìa centinelas de escucha para observar si se oyen golpes en alguna parte y si se perciben cerca ó lexos; de todo lo qual daran parte al inmediato cabo, para que llegue á noticia del Gobernador á quien informará el Oficial que mande las contraminas de quanto le parezca conveniente practicar en favor de la defensa, como sacar otros ramales sobre los ya echos hacia algunas baterías, plazas de armas ó reductos para volarlos. Para esto se tendrá medida de 5 en 5 toesas toda la longitud de las explanadas con señales sobre el terreno, siendo esta práctica segura para saber lo que adelanta el sitiador, y si se hubiese notado que este tiene adelantado su trabajo para poner sus baterìas sobre la primera paralela, se exâminará la distancia hasta los hornillos mas próxîmos: luego se averiguará por medio de un grafómetro ó teodolite el ángulo que ha de formar su direccion: averiguado este se sacaràn ramales apuntalados de madera hasta llegar á una toesa de distancia de la batería, en cuyo puesto se dividirán en dos ramales para formar debaxo de ellas fogatas, que se cargarán con 35 libras de pólvora cada una, y se les dá fuego quando conviene: y para que el ramal próxi-

ximo de la voladura no éxale humo por ella, se debe haber cerrado antes á distancia de 3 toesas con sacos de lana bien ajustados. Los demas ramales han de tenerse muy limpios y despejados no empleando mas que la gente precisa para sacar las tierras por medio de carretoncillos con tirantes.

267 Si el enemigo adelantase sus aproches formando la 2ª. paralela con nuevas baterìas, es preciso que se aloxe sobre los hornillos echos en la explanada ó muy proxîmo à ellos, y en este caso para inutilizar sus obras se aguardará á que las perfeccione, y al paso que las adelante se harán ramales y hornillos, teniendo siempre à la vista el plano de las contraminas, y formando las fogatas ú hornillos segun fuere la obra que hubiere de saltar, se le aplicarà fuego, siendo suficiente para lograrlo en la plaza de armas de cada lado uno debaxo de cada aproche. El trabajo de los ramales y hornillos se hace sin intermision de noche y de dia, y siendo regular que la guarnicion haga salidasdespues de una voladura que haya destruido las baterías enemigas, se limpian en este tiempo los ramales y hornillos si se hubiesen cegado volviéndolos á poner en estado de defensa. Quando el sitiador llega á la 2ª. paralela desde luego procurarà abrir pozos y construir galerìas para buscar las contraminas é inutilizarlas, lo qual advertido por

las

las centinelas de escucha se exâminarà el parage por donde viene, haciendo varios barrenos con las sondas. Se harà el juicio conveniente de la distancia á que se halla, con cuyo conocimiento se previene la barrena terrera, trombas fétidas y demas útiles correspondientes. Para que el arte auxilie al oido sentada una caxa de guerra en el extremo del ramal y puestos sobre el parche sonajas, cascaveles ó dados se advertira su movimiento quando el oido aun no perciva el golpe del minador.

268 Desde las galerías se sacaran ramales con profundas cortaduras para encontrar al minador enemigo, y quando esté ya muy proxîmo se abre un agujero hasta su galería, y por él se introducen trombas encendidas, tapando inmediatamente el orificio con trapos, habiéndoles antes aplicado el fuelle para que despidan de si mayor porcion de humo: luego que haya pasado el tiempo de duracion de la tromba se introducirà otra, cuidando mucho de que los barrenos queden sin alguna respiracion en cuya forma quedará inutilizada la galerìa del enemigo por mucho tiempo, sirviendo el vinagre fuerte para aplicárselo los contraminadores à las narices, sienes y pulsos con lo qual podran tolerar el mal olor que produzca algun humo de las trombas en su galería.

269 Pasado el tiempo necesario paraque se ven-

ventile su galería intentará el enemigo continuar sus trabajos, y para estorvarlo le esperará el sitiado en el ramal paralelo á la plaza prevenido de las mismas trombas, trabucos y espadas, conviniendo tener para mejor defensa un colchon en cada cortadura detras de la qual se tendrán granadas de mano descargadas con su espoleta corriente, y los que hubiesen de manejar las espadas se vestiràn de cota de malla, y los que tienen los trabucos los cargaran con bala menuda, y obrando todos valerosamente con sus armas lo haran retroceder; pero si fuese tal su constancia que sea preciso ceder, se retirarán los sitiados á su retrincheramiento en el qual se parapetan detras de los colchones y disparan bala menuda y gruesa, concluyendo con darles humazo cerrando prontamente la cortadura para que no se les comunique este daño.

270 Si insistiese el enemigo en formar la tercera y ultima paralela se dispondràn los hor-hornillos del 1°, y 2°. órden que estan en el primer frente 6,6 &c. volándolos de suerte que se inutilice su comunicacion con la 2ª. paralela y retornos, quedando por este medio descubiertos al fuego del cañon de la plaza, y en la necesidad de hacer nuevos trabajos, durante cuya egecucion es regular hacer alguna salida para clavar la artillerìa. Antes que forme la 3ª. paralela se sacaran los ramales del tercer órden de

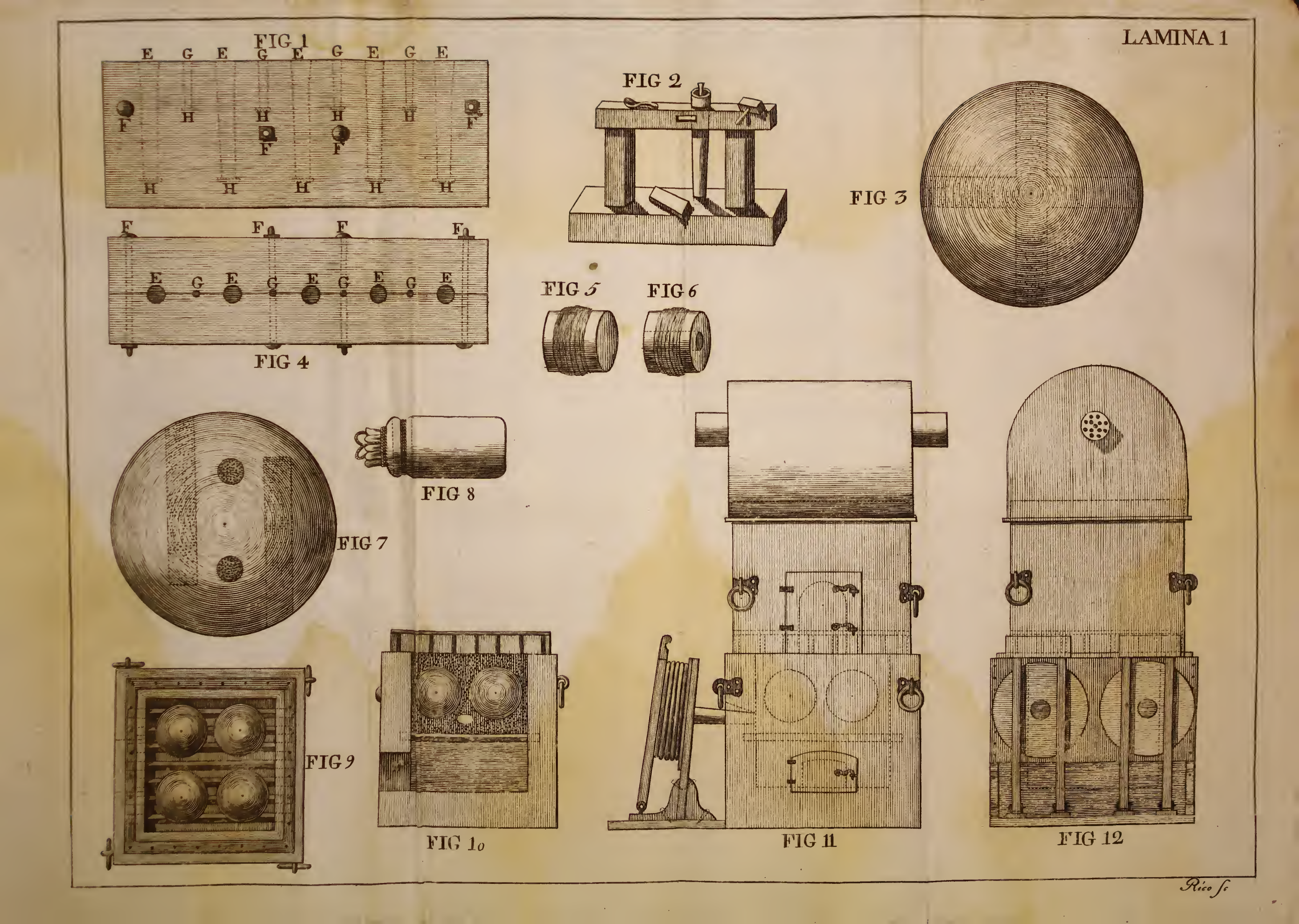
la galería mayor dirijiéndolos hasta debaxo de las obras del enemigo cargando los hornillos 7,7 para hacerlos volar, y vencido por él este obstáculo se dispondrán los del segundo y tercer órden, y quando el enemigo haya adelantado sus obras hasta los hornillos se haran volar, aguardando á que las tenga perfeccionadas en cuya forma se continua la defensa, y quando hay necesidad de ceder á mayor fuerza se da fuego á todos los hornillos antes de retirarse para dejar al enemigo descubierto en la explanada del cuerpo de la plaza, haciendo nueva oposicion á los trabajos que emprenda. Con igual vigor se defienden todas las demas obras de la plaza, haciendo salidas quando el efecto de las contraminas sea qual conviene para que sean fructuosas, cuyo exámen y direccion compete al Gobernador de la plaza.

271 En atencion al objeto de este compendio mayormente en los ramos accesorios al Real Cuerpo de Artillería de Marina como el presente, solo hemos tratado de las contraminas que se disponen entre el cuerpo de la plaza y la segunda explanada, pudiéndose aplicar la doctrina á las minas que la anteceden por ser en todo semejantes su trabajo y su defensa: y por este mismo principio quanto va dicho en este tomo sobre minas y contraminas solo debe

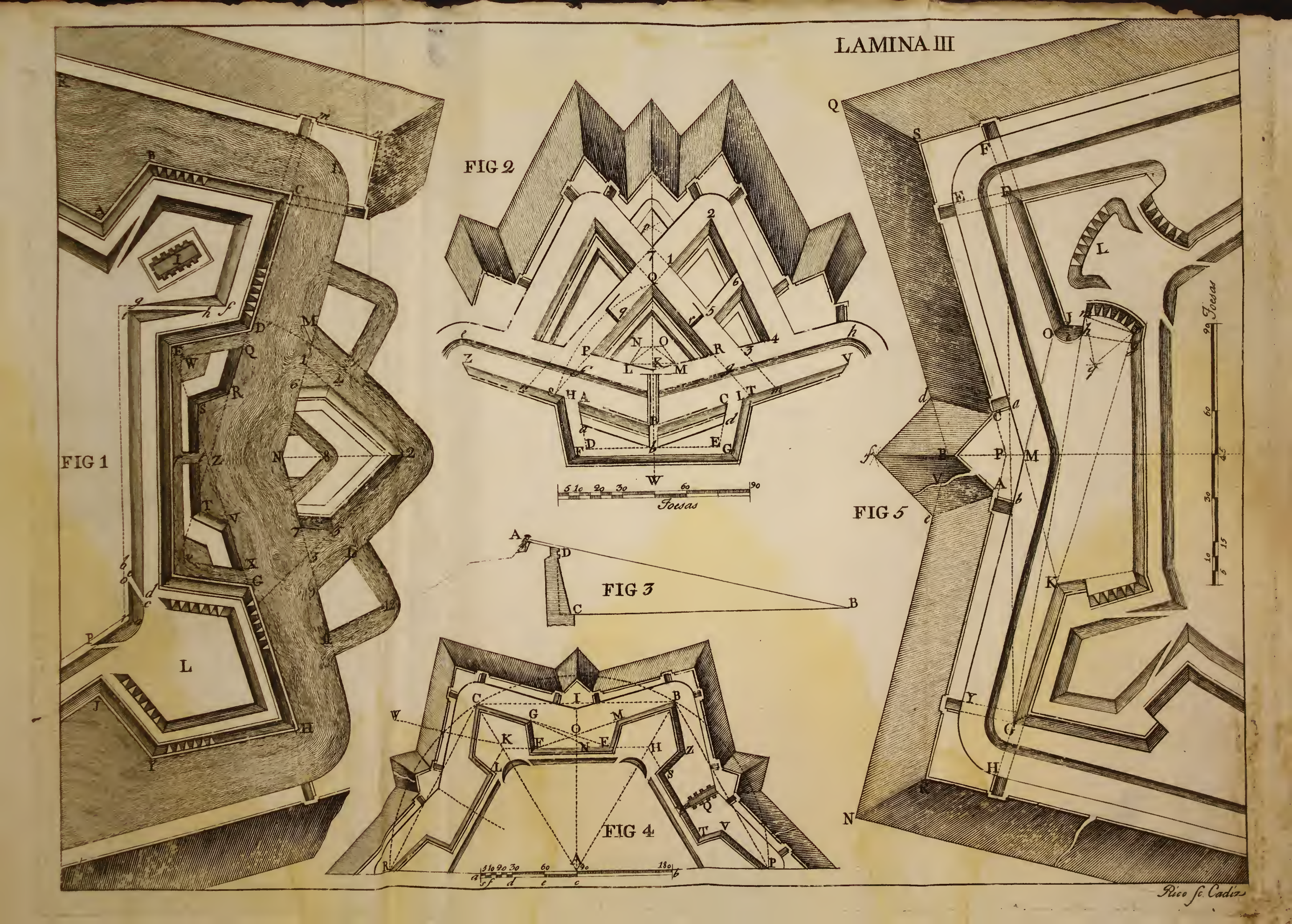
ser-

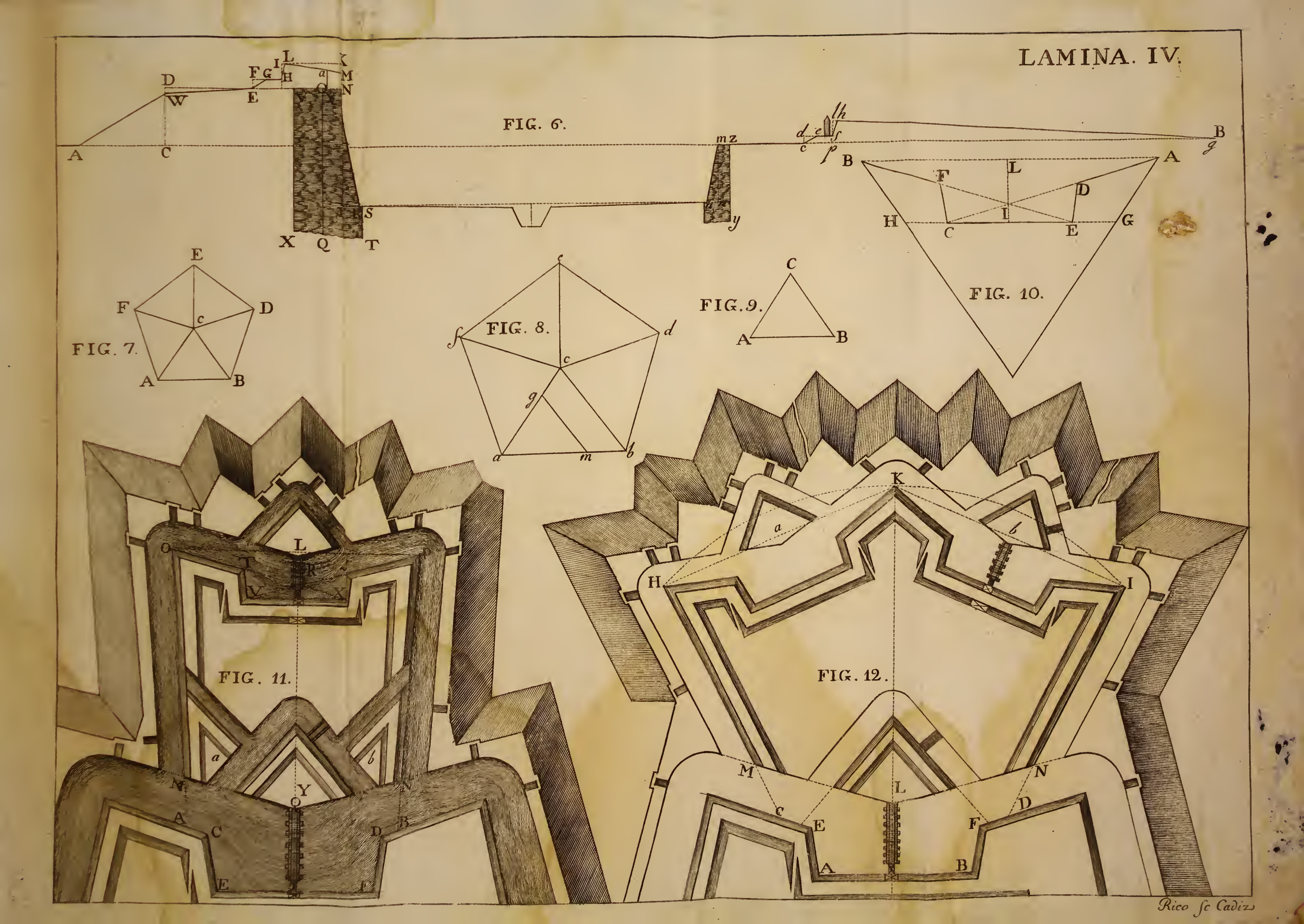
servir para formar una idea del modo como se trabaja en la guerra subterránea para el ataque y defensa de las plazas.

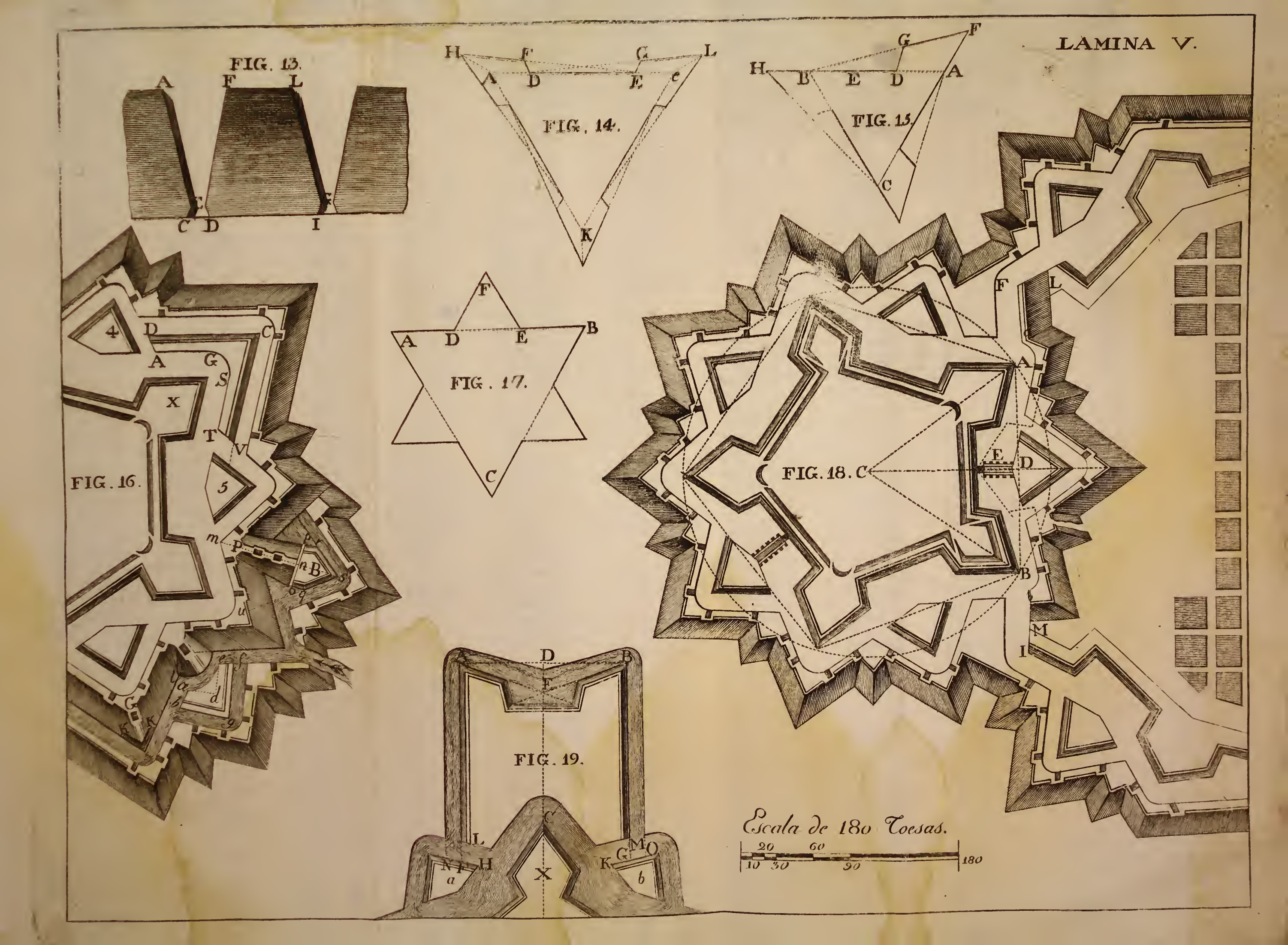
FIN.

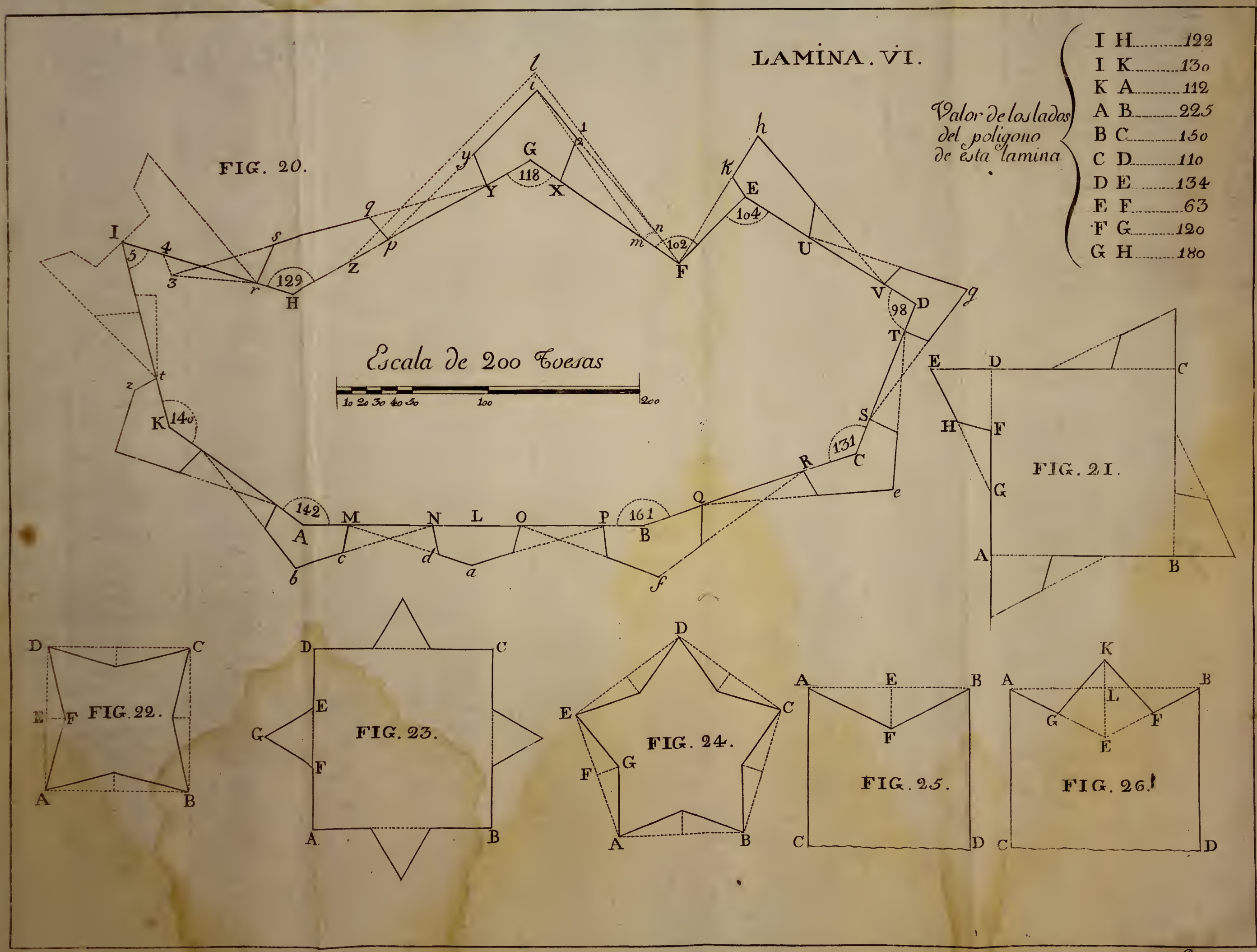


LAMINA 1
FIG 1
E G E G E G E G E
F H H H H F
F F
H H H H H
F F F F
E G E G E G E G E
FIG 4
FIG 2
FIG 3
FIG 5
FIG 6
FIG 7
FIG 8
FIG 9
FIG 10
FIG 11
FIG 12
Rico sc

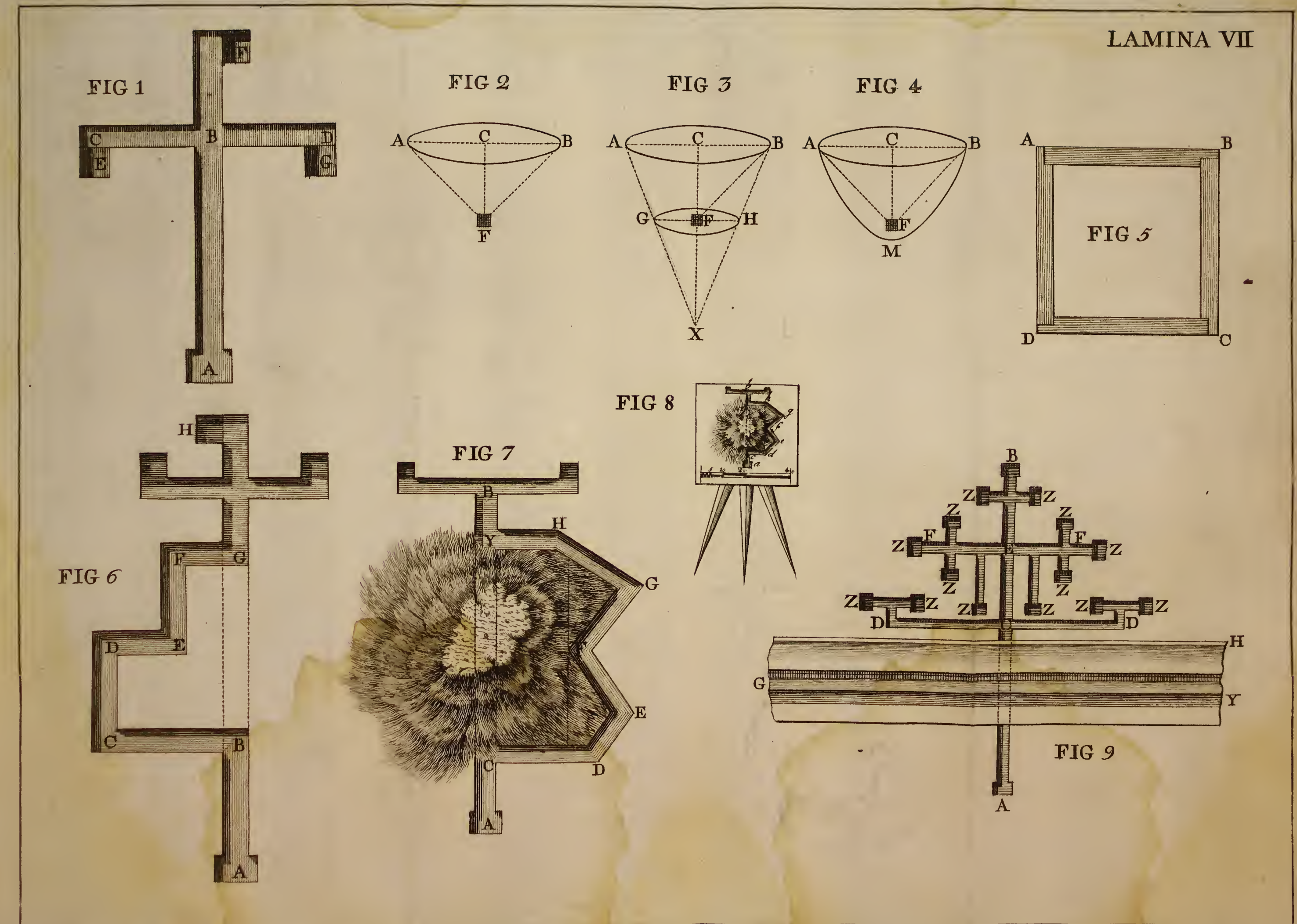

LAMINA III
FIG 1
FIG 2
FIG 3
FIG 4
FIG 5
Toesas
Toesas
Rico sc. Cadiz

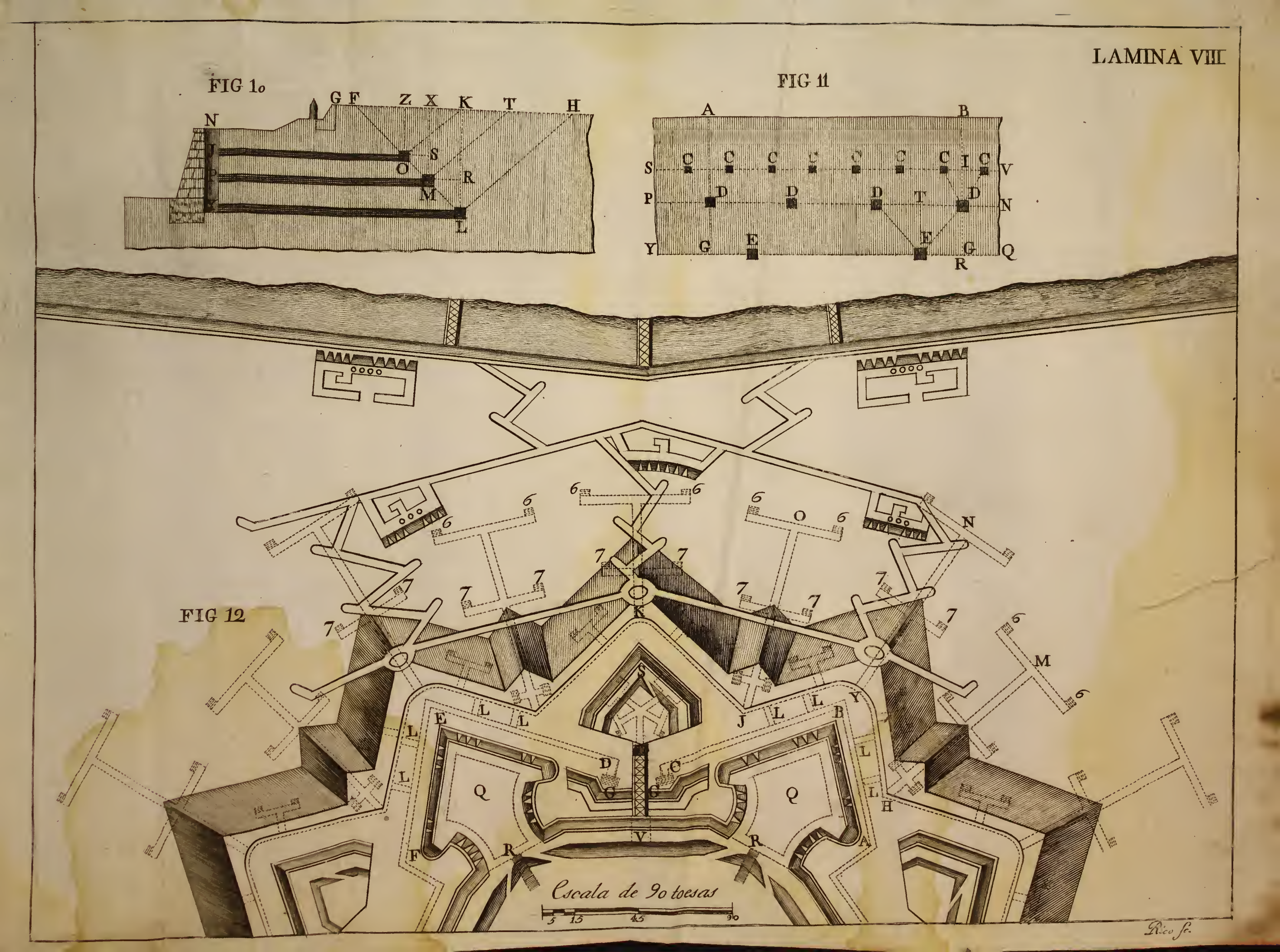

LAMINA. IV.
FIG. 6.
FIG. 7.
FIG. 8.
FIG. 9.
FIG. 10.
FIG. 11.
FIG. 12.
Rico sc Cadiz


LAMINA V.
FIG. 13.
FIG. 14.
FIG. 15.
FIG. 16.
FIG. 17.
FIG. 18.
FIG. 19.
Escala de 180 Toesas.
20 60
10 30 90 180



LAMINA. VI.
Valor de los lados del poligono de esta lamina
I H 122
I K 130
K A 112
A B 225
B C 150
C D 110
D E 134
E F 63
F G 120
G H 180
FIG. 20.
Escala de 200 Toesas
10 20 30 40 50 100 200
118
129
104
102
98
140
142
161
131
FIG. 21.
FIG. 22.
FIG. 23.
FIG. 24.
FIG. 25.
FIG. 26.
Rico. sc.


LAMINA VII
FIG 1
F
C
B
D
E
G
A
FIG 2
A
C
B
F
FIG 3
A
C
B
G
F
H
X
FIG 4
A
C
B
F
M
A
B
FIG 5
D
C
FIG 8
FIG 7
B
H
Y
G
F
E
C
D
A
H
FIG 6
F
G
D
E
C
B
A
B
Z
Z
Z
Z
Z
F
E
F
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
Z
D
D
H
G
Y
FIG 9
A
Rico sc


LAMINA VIII
FIG 10
FIG 11
FIG 12
Escala de 90 toesas
5 15 45 90
Rico fc.



